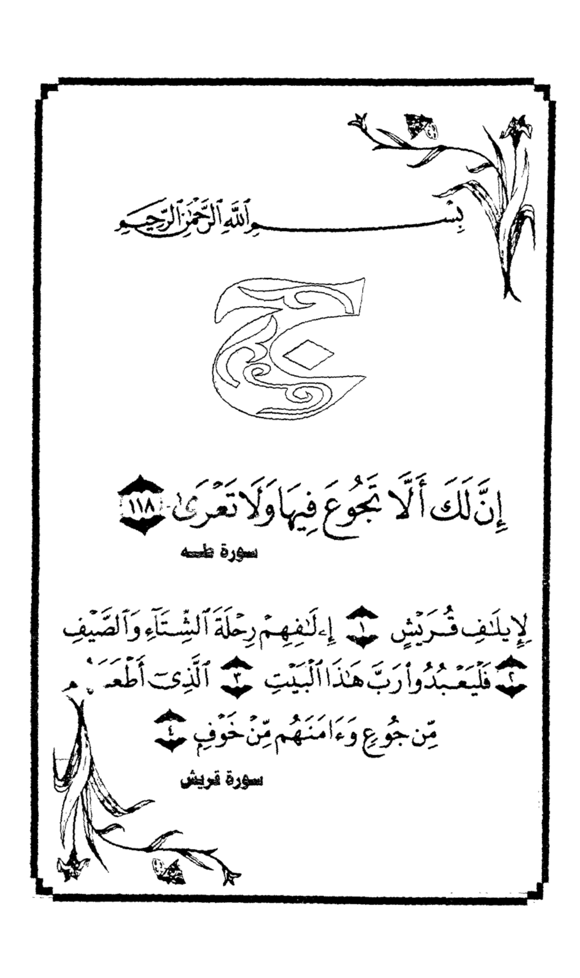
موسوعة علم وتقنية الغذاء

Encyclopaedia of Food Science and Technology

المحرر
دكتور / حسين عثمان



بسم الله الرحمن الرحيم
ح
إن لك ألا تجوع فيها ولا تعرى ١١٨
سورة طه
لإيلاف قريش ١ إيلافهم رحلة الشتاء والصيف ٢
فليعبدوا رب هذا البيت ٣ الذي أطعمهم
من جوع وءامنهم من خوف ٤
سورة قريش

جاتو La rousse gastnonamique

جاتو تأتى من gasteau التى تأتى من gastel وهى فى اللغة الفرنسية القديمة تعنى غذاء رقيقا delicate يتدهور بسرعه (فسد gâter) ولكن الكلمة العامة generic (جاتو gateau أو كيك cake) تعنى كل أنواع الفطائر الحلوة pastry

جاكتة jacket

غطاء خارجي مثل غطاء غير موصل أو عازل لتنك أو أنبوبه أو اسطوانه مكنة. وأيضاً غطاء يحتوى أو يقفل حيزاً متوسطاً (بين سطحين) intermediate خلاله يمر سائل ينظم درجة الحرارة أو غاز كالبخار.
(Webster, عثمان)

الجالات gallate

الجالات هى أملاح حمض الجاليك gallic acid وهو ٣،٤،٥-ثلاثى ايدروكسى حمض البنزويك 3,4,5-trihydroxybenzoic acid (Merck)

جالات البروبايل   حمض الجاليك

ويحضر الحمض بالحلمأة الحامضية أو القاعدية للتانين. وهو عبارة عن أبر عند تحضيره ... كحول ميثيل "مطلق" أو من الكلوروفورم. يتسامى عند ٢١٠°م ويذوب جرام منه فى ٨٧ مل ماء أو فى ٣ مل ماء يغلى أو ٦ مل كحول أو ١٠٠ مل إيثير أو ١٠ مل جليسرول أو ٥ مل أسيتون ويكاد لايذوب فى البنزين أو الكلوروفورم أو البتروليم إيثير. ووزنه الجزيئى ١٧٠,١٢.

وتستخدم استراته مثل جالات الأوكتايل octyl gallate وجالات البروبايل وجالات الدودوسيل كمضادات للأكسده. وهى تحضر منه وكذلك يحضر منه الأحبار ويستخدم فى الدباغه والصباغه وفى إختبار وجود الأحماض المعدنية الحره.

جالات البروبايل propyl gallate

هى استر البروبايل لحمض الجاليك (أنظر). وزنها الجزيئى ٢١٢,٢٠. عبارة عن بلورات تنصهر على ١٥٠°م وعند ٢٥°م تذوب بمقدار ٠,٣٥ جم/١٠٠ مل ماء أو ١٠٣ جم/١٠٠ مل كحول وفى الايثير ٨٣ جم/١٠٠ مل وعند ٣٠°م تذوب فى زيت بذر القطن بمقدار ١,٢٣ جم/١٠٠ مل وفى دهن الخنزير عند ٤٥°م يذوب ١ جم منها فى ١٠٠ جم. وهى تتغمق فى وجود الحديد وأملاحه وذات تأثير تعاضدى/تآزرى synergestic مع الأحماض والبيوتيلاتد-ايدروكسى أنيسول butylat hydroxy anisol (ب أ أ BHA) والبيوتيلاتد-ايدروكسى تؤليوين butylated hydroxy toluene (ب أ ت BHT). (Merck)

وتستخدم كمضاد للأكسده فى الأغذية والدهون والزيوت والايثيرات والمستحلبات والشموع وفى العلك chewing gum كما أن لها تأثير حافظ.
(Enominger)

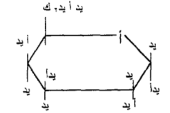
جالاكتان galactan

هـو عديـد أو بوليمـر الجـالاكتوز (أنظـر) (Singleton)

جالاكتوز galactose

ومن أسمائه سكر المخ cerebrose, brain sugar. (Merck, Becker)

وهو سكر أحادى الدهيدى monosaccharide به ٦ ذرات كربون، وزنه الجزيئى ١٨٠,١٦ . وهو مع الجلوكوز يكونان اللاكتوز (سكر اللبن) كما يوجد أيضاً فى الميليبيوز والرافينوز والاستاكيوز ويدخل فى تركيب عدد من السكريات العديدة والصموغ مثل الآجار والصمغ العربى وصمغ المسكيت mesquit gum والجالاكتان العربى للاركس larch arabo galactan وفى بعض المواد الميوسيليجية، كما وجد فى عنبات اللبلاب ivy berries. (McGraw-Hill Enc.)



α-د-جالاكتوز
α-D-galactose

وهو يتبلمر من الماء كـ α-د-جالاكتوبيرانوز أحادى الأيدرات α-D-galactopyranose monohydrate له نقطة انصهار عند ١١٨-١٢٠°م. ومن كحول الايثايل اللامائى الساخن كـ α-د-جالاكتوبيرانوز وله نقطة انصهار ١٦٥°م وفى الماء يظهر تحولا ضوئيا تلقلئيا mutarotation $[\alpha]_D$ ١٤٤° ← ٨٥,٥°

كما يمكن تحضير β-د-جالاكتوز اللامائى بإذابة الـ α فى ماء ساخن ثم التبريد الى الصفر المئوى والترسيب بالكحول.

وخميرة البيره لاتخمر الجالاكتوز إلا بعد تكيف adaptation ولكن كثيرا من البكتريا تؤيض الجالاكتوز. (Singleron)

ويوجد الـ ل-جالاكتوز L-galactose فى عديد من السكريات العديدة ومنها الآجار وميوسيلاج بذر الكتان flaxseed mucilage وجالاكتوجين الحلزون snail وصمغ التشاجوان chagual gum ونظرا لوجود الـ جالاكتوز معه فإن الحلمأه تعطى د-ل-جالاكتوز.

عـدم القـدرة علـى أيـض الجـالاكتوز galactosemia

(Becker, Ensminger)

أو مرض الجالاكتوز galactose disease وهو مرض ولادى inborn ينتج عن عدم القدرة على أيض الجالاكتوز نظرا لعدم وجود كميات كافية من إنزيم (نقل) ترانسفيراز اليوريدل فوسفات-١-جالاكتوز galactose-1-phosphate uridyl transferase فلا يتحول الجالاكتوز الآتى من اللبن بتأثير انزيم اللاكتاز إلى جلوكوز. ويحدث هذا فى الكبد وفى كرات الدم الحمراء حيث تتراكم فوسفات-١-جالاكتوز وينتج فقد للتهيه وقئ - وأحيانا إسهال - ودوخه drowsiness وصفراء jaundice ووذمه فى الأقدام وفقد فى الوزن بعد أيام قليلة من الولاده ويكبر الطحال

والكبد ويحدث تأخر عقلي mental retardation ويمكن علاج ذلك بمنع أي جالاكتوز في غذاء الطفل (لبن أو خلافه)، إلا أن حالة التأخر العقلي لاتمنع إلا إذا كشفت قبل حدوث المرض – بسبب اشتباه ناتج عن إصابة طفل سابق به في العائلة – وذلك بإكتشاف وجود زيادة في فوسفات-١-جالاكتوز في كرات الدم الحمراء للطفل وذلك في دم الحبل cord blood ويتغذى الطفل على غذاء خال من الجالاكتوز حتى تظهر نتيجة التحليل.

ترانسفيراز يوريدايل فوسفات-١-الجالاكتوز galactose-1-phosphate uridyl transferase

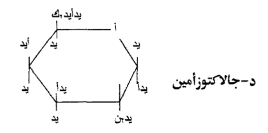
ورقمه ل.د. ١٠،٧،٧،٢ E.C. 2.7.7.10 وينقل مجموعة يوريدايل uridyl من يوريدين ثنائي فوسفات الجلوكوز uridine diphosphate glucose إلى مجموعة الفوسفات في فوسفات-١-جالاكتوز ليتكون يوريدين ثنائي فوسفات الجالاكتوز وفوسفات-١-جلوكوز. وهذه الخطوة تكون في تخليق اللاكتوز والجالاكتوز واستخدامه.
(Becker)

جالاكتوزامين galactosamine

هو ٢-أمينو-٢-دي أكسي-د-جالاكتوز
2-amino-2-deoxy-D-galactose
وزنه الجزيئي ١٧٩،١٧. بلورات الهيدروكلورايد تنصهر عند ١٨٠°م مع التهدم decomposition. وهو يبدي ظاهرة التحول الضوئي mutarotation وهو مثبط قوي لتكوين حمض الريبونيوكلييك في الكبد.

(Merck)

د-جالاكتوزأمين



والمشتق الأسيتيلي يوجد في الغضاريف متحدا بحمض الكبريتيك والجلوكيورونيك
(McGraw-Hill Inc.)

β-جالاكتوسيداز β-galactosidase

أو لاكتاز lactase أو بيتا-د-جالاكتوسيد جالاكتوايدرولاز
β-D-galactoside galactohydrolase
ورقم هذا الانزيم (ل.د.٣،٢،١،٢٣) (E.C.3.2.1.23) وهو يحلمئ اللاكتوز إلى جلوكوز وجالاكتوز. ومجموعة هذه الأنزيمات ينتجها عدد من الكائنات الحية الدقيقة ويحصل عليها تجاريا من الخميره مثل *Kluyveromyces marxianus* أو الفطر *Aspergillus* spp.
ويستخدم الانزيم في حلمأة اللاكتوز في اللبن ومنتجاته حتى يمكن للأشخاص الذين لايهضمون أو يتحملون اللاكتوز قبول هذه المحلماة، وكذلك لزيادة حلاوة هذه المنتجات ولتجنب تبلر اللاكتوز في اللبن المجمد أو المكثف أو الشرش whey.
(Becker)

جالاكتيورونان galacturonan

هو سكر عديد polysaccharide وحدته حمض الجالاكتيورونيك. أنظر: بكتين. (Singleton)

جاما ، أشعه γ-rays

أنظر: إشعاع

جانبون/فخذ خنزير مدخن ham

هو رجل الخنزير الخلفية المملحة والمعتقة aged. وأحياناً يصنع من الكتف. (Stobart)

وفى الأصل كان الجانبون يملح لمدة ٢-٣ أيام ثم يدخن ثم يدعك rubbed بالزيت والخل قبل تعليقه ليجف.

والجانبون كالجبن له عدة أنواع. وسلالة الخنزير breed مهمة وكذلك عمره وغذاؤه واذا كان يعيش حياة نشطة أو ساكنة. والخنازير التى تستنفذ exhausted وُتخوَّفُ (قبل الذبح) تعطى جانبونا رديئا. أما المعالجة curing فيمكن أن يستخدم فيها مخاليط مختلفه ولكن أساسها الملح وكذلك يوجد ملح البارود salt peter وغالباً السكر ثم بعد ذلك ربما العسل الأسود والخل وبعض الأعشاب والتوابل ومواد أخرى تتوقف على الشخص. والمعالجة قد تكون جافة أو بالمحلول أو بارتباط بينهما أما الزمن فيختلف وكذلك التركيز. وأحياناً يُضخ المحلول خلال الشريان الفخذى femoral. وقد يُجفف الجانبون فى الهواء أو يُدخن بالبلوط أو الصنوبر أو التفاح أو الجوزية/الغارية hickony أو حتى حشائش البحر seaweed وغير ذلك.

كما أن هناك اختلافا فى التعتيق ageing والإنضاج maturation من حيث طول الفتره والظروف ودرجة الحرارة. ففى خلال هذه الفترة التى قد تمتد من أشهر إلى سنتين يتكون مذاق الجانبون بتفاعلات معقدة وغير مفهومة تماماً.

وبعض أصناف الجانبون يقصد بها الأكل طازجاً raw غير مطبوخه والبعض الآخر لابد من طبخه.

ويمكن الاحتفاظ بالجانبون فى المنزل معلقاً فى مكان بارد هاو جاف (درجة الحرارة مابين صفر°م ، ١٥°م). وتكون الفطر الأبيض عليه هو جزء من الإنضاج. أما الجانبون بعد تقطيعه فيحفظ فى الثلاجة ملفوفاً.

ويُنقع الجانبون الذى سيطبخ فى ماء لإزالة جزء من الملوحه وقبل الطبخ يشذب trim. ويوضع الجانبون الجيد فى ماء بارد وترفع درجة الحراره ببطء إلى ٧٧°م حتى يكون الإنكماش أقل مايمكن ولكن لايتم غليان (سلق) الجانبون أبداً. وزمن الطبخ حوالى ٥ ق للكيلوجرام تقريباً. ويترك ليبرد فى سائله ثم يغطى بالبقسماط أو يزال الدهن من عليه.

وهناك أصناف شهيره من الجانبون من مختلف أنحاء العالم.

القيمة الغذائية لجانبون متوسط الدهن كله مأكلة ٨٢٪ لحم أحمر و ١٨٪ دهن و roasted

كل ١٠٠ جم منه بها ٤٥,٥٪ رطوبه وتعطى ٢٧٤ سعراً وبها ٢٣,٠ جم بروتين ، ٢٠,٢ جم دهن ، ١٠,٠ مجم كالسيوم، ٢٣٦,٠ مجم فوسفور، ٦٥,٠ مجم صوديوم، ٣٩٠,٠ مجم بوتاسيوم، ٣٠ مجم حديد، ٠,٥١ مجم ثيامين، ٠,٢٣ مجم ريبوفلافين، ٤,٦ مجم نياسين، ٠,٦٤ مجم حمض بانتوثينيك، ٠,٤٤ مجم بيرودوكسين.

الأسماء:

بالفرنسية jambon وبالألمانية Schinken

وبالإيطالية prosciutto وبالأسبانية jamón

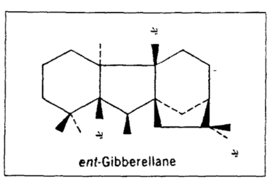
جبريلين gibberellin

الجبريلينات هرمونات نباتية تخلق في الأوراق وغيرها وهي من التربينات. ويبتدئ تخليقها من حمض الميفالونيك mevalonic acid وتسمى ج أ١، ج أ٢، ج أ٣ ... ... CA_1, GA_2, GA_3, ... وأهمها حمض الجبريليك ج أ٣ GA_3 gibberellic acid وله الرمز ك١٩يد٢٢أ٦ ووزنه الجزيئي ٣٤٦,٤٧ ويتبلر من خلات الإيثايل ببلورات تنصهر على ٢٣٣-٢٣٥°م ويذوب بقله في الماء والايثير وبسهولة في الميثانول والايثانول والاسيتون وفي المحاليل المائية لبيكربونات الصوديوم وخلات الصوديوم.
(Merck, Singleton)

وفي النبات تعمل هذه المركبات على تنظيم إطالة الساق وإنبات البذور والإزهار وغير ذلك. وقد عُزل من فطر *Gibberella fujikuroi* ومنه يحضر على نطاق تجاري الآن. وقد عُرف أكثر من سبعين من هذه المركبات. (McGraw-Hill Inc.)

وتستخدم هذ المركبات تجارياً الآن في إنتاج عنب عديم البذور وإنتاج عنبات berries كبيرة الحجم ومنع تعفنها. كما تستخدم في إكثار ناتج (ريع) تنتيش الشعير barley malting وتقصير زمن النتش malting. كما تستخدم في إنقاص وقت التزهير، فمثلاً في الجزر وكرنب بروكسل إلى سنة بدلاً من سنتين. وكذلك خفض تغير لون القشر rind discoloration في الموالح وزيادة ريع قصب السكر وتنشيط تكوين الثمار في الفواكه وزيادة نمو عنق الورقة petiole في الكرفس.

ورمزه كما بالشكل:



ent-Gibberellane

جبلة أولي/بروتوبلازم protoplasm

هي الخليط من البروتينات والدهون والمركبات الأخرى المعقدة والمعلقة في الماء (غروياً) والتي تكون المادة الحية في جميع الخلايا وفيها يتم الأيض والنمو والتكاثر. وهي تقسم إلى تركيبات معينة discrete مثل السبحيات mitochondria والريبوزومات والنواة والكروموزومات والنويات في الكائنات سوية النوى eukaryotes. والكروموزومات والريبوزومات في الكائنات بدائية النواء prokaryotes (بكتريا والطحلب الأخضر الأزرق). (Hammond, Chamber's)

جبن cheese

أنظر: لبن ومنتجاته

جـدّ

تجديد regeneration

١- في علم الحياه: تكوين نسيج أو عضو جديد أو جزء منها ليحل محل ماكان قد فُقد أو أصيب.

٢- في الكيمياء: جعل مادة ما بحيث يمكن إعادة إستخدامها خاصة بإعادتها لحالتها الأصلية مثل تجديد المبادلات الأيونية.

جدر

جدار مزدوج	**jacket**

أنظر : جاكته

جدول	**table**

هو ترتيب لأرقام ورموز وغيرها فى أعمدة وصفوف لبيان علاقة بينها مثل جدول الضرب والجدول الدورى للعناصر وجدول الموازين والمقاييس وغير ذلك. (Hammond)

جدا

دراسة جدوى	**feasibility study**

دراسة لمعرفة تحقيق أو تنفيذ شيئ ما، وإدارته أو إستخدامه بنجاح خاصة من وجهة علمية.
(Webster)

الجدى/صغير الماعز الذكر	**Kid**

أنظر : ماعز

جدبة	**liquid blood**

الجدبة هى الدم فى حالته السائلة.

جذر

جذر	**root**

١ - الجذر فى النباتات ذات البذور هو أول مايخرج عند إنباتها ووظائفه هى إرساء anchorage النبات فى الأرض وامتصاص الماء وأملاح المعادن فى المحلول وحملها إلى الساق وتخزين الغذاء.

والإرساء يتم عن طريق تكوين نظام جذور متفرع وبعيد المدى ينفذ بعمق فى الأرض ويقاوم كثيرا من القوى مثل الرياح.

ومن الخارج يُفرق الجذر عن الساق - حتى لو نما هذا الساق تحت الأرض - عدة خصائص فالجذر لايحمل أى أوراق على سطحه ولا ينقسم إلى عقد nodes ومابين عقد / سُلَّمية internodes كما يحدث فى حالة الساق، كما أن قمة الجذر apex مغطاة بتركيب حامٍ يسمى قلنسوة الجذر root-cap وهذا لايوجد فى الساق أبداً.

وخلف الطرف tip مباشرة يوجد الشعيرات الجذرية root-hairs وأفرع الجذر تكون على مسافات غير منتظمة وتتطور من الدائرة المحيطية pericycle - النسيج الموجود فى عمق الجذر - وليس من النسيج تحت البشرة sub-epidermal كما يحدث فى أفرع الساق. (Van Nostrand)

أنواع الجذور (McGraw-Hill Inc.)

تختلف الجذور تبعاً للأصل origin وطبيعة النمو ولكنها كلها تقريباً إختلافات لنوعين أساسيين:

جذر وتدى tap-root: وفيه يكون الجذر الأولى محور مركزى سائد dominant، فالجذر الأساسى ينفذ بعمق فى التربة وعادة أكبر من فروعه. والنباتات ذات الجذور الوتدية يمكن أن تكون أشجاراً حيث يكون الجذر الأولى وأفرعه الأساسية سميكة وخشبية أو أعشاب herbs حيث يكون الجذر الوتدى رفيعاً أو يتطور إلى جذر لحمى fleshy لتخزين الغذاء كما فى الجزر carrots.

٢- جذر ليفي fibrous root: وهذه يميزها عدة إلى عديد من جذور أساسية متساوية في أنها سائدة dominant ومعظم هذه الجذور الأساسية تنتج عرضياً adventitiously من الساق مثل في الحشائش grasses ولكن أحياناً تتكون الجذور الليفية من أفرع للجذر الأولى الذى لايستمر سائداً. وفي بعض الأنواع species فإن أنظمة الجذور المنتظمة كجذور ليفية تتكون من وحدات سميكة ولحمية كما في الداليا dhalia.

والجذور اللحمية مهمة للإنسان فبجانب الجزر يوجد الجزر الأبيض parsnip واللفت turnip والبنجر beets.

عقلات الجذر: جذور عديد من النباتات تكون براعما يمكن أن ينتج منها فسائل shoots أو ربما تدفع induce إلى عمل براعم بإضرارها injury أو بالتقليم الجائر. وعقلات الجذور أو جذور قصيرة قد تزرع للإكثار.

وفي كثير من النباتات خاصة في المناطق الاستوائية قد تكون الجذور في الهواء. والجذور لاتبحث عن الماء كما هو معتقد بل تتجة بفعل الجاذبية الأرضية gravity. كما أن الجذور تبعد عن الضوء كما تتأثر الجذور بدرجة الحراره وبالرطوبه وكذلك بطبيعة التربه ومحتوياتها من المعادن. (Van Nustrand)

أنظر: نشا

٢- الجذر في الرياضة هو (أ) القيمة quantity (كمية) التى تعطى قيمة/كمية أخرى عندما تضرب في نفسها عددا معينا من المرات. فـ ٢ هي الجذر التربيعي لـ ٤ والجذر التكعيبي لـ ٨ (٢×٢=٤ ، ٢×٢×٢=٨). (ب) القيمة/الكمية التى تفي satisfy معادلة عندما تحل محل قيمة غير معروفة unknown في المعادلة: س٢ + ٢س - ٣ = صفر فإن ١ ، -٣ هي الجذور. (Hammond)

---

sherbet
sorbeat **جرانيته**

أنظر: (مثلوجات لبنية)

جرب

experiment **تجربة**

التجربة عملية تجرى لإكتشاف أو إختبار أو بيان/توضيح حقيقة أو ظاهرة خاصة عندما يكون هناك فرض hypothesis يختبر بتغيير متغير واحد variable في نظام منضبط controlled system (Hammond)

جربر ، إختبار نسبة الدهن فى اللبن Gerber test

أنظر: لبن

جرثومة germ

١ - كائن مجهرى خاصة مايسبب مرضاً ما – وقد يسمى ميكروب microbe. (Hammond)

٢- جرثومة spore

شكل يمكن تفريقه لكائن والذى يمكن: (أ) أن يتخصص للإنتشار dissemination (ب) يُنْتَج إستجابة لظروف معاكسة adverse ويتميز بمقاومته لهذه الظروف (جـ) يُنْتَج أثناء ونتيجة تكاثر جنسى أو لاجنسى. وليست جميع الكائنات الدقيقة تستطيع أن تكون جراثيماً.

والجرثومة قد تكون ذات خلية واحدة (أى تحتوى على بروتوبلاست واحد) unicellular أو ذات خليتين bicellular أو عديدة الخلايا multicellular. وقد تكون ذات جدار سميك أو رفيع ذات صبغات أو عديمة الصبغات pigmented or non-pigmented متحركة motile أو غير متحركة non-motile. وتحت الظروف المناسبة فإن الجراثيم التى يقصد بها الانتشار dissemination والجراثيم التى تقاوم resistant تعطى كائنات خضرية vegetative. والجرثومة التى تتكون فى عملية التكاثر تعطى كائناً خضرياً أو تعمل كمشيج gamete. (Singleton)

أنظر: بكتريا، فطر، كائنات حية دقيقة.

جرجير rocket/rocket salad/roquett

الإسم العلمى:

Eruca sativa (*Eruca vericaria sativa*)

الفصيلة/العائلة: الصليبية Crucifera (mustard)

بعض أوصاف:

نبات حولى مابين قدم – ٢,٥ قدم مع شعيرات مبعثرة وأوراقه ريشية التفصص pinnately-lobed والازهار يكون طولها حتى ١ بوصه بيضاء أو كريمية مع عروق أرجوانية وقرون البذور منتصبة مضغوطة على الساق وحوالى ١ بوصه فى الطول أيضاً.

ويزرع عادة فى الأوقات الأكثر برداً وينمو بسهولة من البذرة. (Everett)

ونكهته قد تكون قوية وحريفة pungent (Stobart)

ويمكن تحضير زيت من بذوره يحل محل زيت القرطم rape-seed. (Harrison)

والأسماء:

بالفرنسية roquette وبالألمانية Raukenkohl/Rauke/Senfkohl وبالايطالية ruchetta وبالأسبانية oruga. (Stobart)

جرجير الماء/كرفس الماء/قرة العين water-parsnip/skirret

الإسم العلمى: *Sium* sp.

الفصيلة/العائلة: الخيمية Umblliferae (Everett)

بعض أوصاف:

هذا الجنس طويل بدون شعر، معمر perennial وله أوراق هوائية ريشية وبعض أنواعه عندما ينمو

فى ماء ضحل يكون أوراقا مغمورة ريشية مقسمة مرتين أو ثلاث والأزهار صغيرة بيضاء ذات خمسة بتلات والثمار مفلطحة وبيضاوية إلى مستديرة ولها أضلع طولية. وجرجير الماء فى أمريكا الشمالية هو *S. cicutaefolium = S. suave* يزهر فى الصيف فى المستنقعات والشواطئ الطينية ويصل إلى ٣ – ٦ قدم. وجرجير الماء الأوروبى *S. latifolium* ذُكر أنه سام للمواشي.

أما جرجير الماء skirret (*Sisarum*) فيوجد فى التربة الرطبة والمياه الضحلة من شرق أوروبا إلى روسيا وله جذور عنقودية clustered سميكة ووريقات مسننة حادة بيضاوية إلى بيضاوية رمحية ovate-lanceolate ولا يزيد عن ٤ أقدام وتؤكل جذوره.

والأسماء: بالفرنسية

ache(m) d'eau/cresson de fontaine

(حسين عثمان)

جرد

Locust **جراد**

رتبة

Order: Orthoptera or Orthopteroidae

الإسم العلمى *Nomaclacris septemfasciata*

(McGraw-Hill Enc., Stobart)

plague locusts **جراد الوباء**

الإسم العلمى *Locusta migratoria*

هذا الجراد الأحمر red أو القرمزى carmine يؤكل فى الجزيرة العربية – فقط الإناث – فتغلى لمدة خمسة دقائق وتنزع الأرجل والأجنحة ثم يحمر (الجسم) الجراد فى الزبد.

أنظر: حشرة – جراد.

الأسماء :

بالفرنسية sauterelle (s)

جراد البحر / إربيان

craw fish / cray fish

الإسم العلمى

1) *Cambarus virillis*

2) *Cambarus bartoni*

(Ensminger)

(ذات مخالب حمراء red-clawed)

1) *Astacus astacus*

(ذات مخالب بيضاء white-clawed)

2) *A. pallipes*

ويوجد حوالى ٣٠٠ نوع منها. (Stobart)

وهى قشريات مياه عذبة fresh-water crustaceans وتشبه الاستاكوزا الصغيرة small lobsters خضراء بنية أو وردية أو زرقاء حوالى ١٥ سم فى الطول وهى توجد فى جميع القارات ماعدا أفريقيا وتوجد بكثرة أحياناً فى الجداول والمستنقعات العذبة والبحيرات وتعيش فى حفر على الشواطئ banks [illegible] الاحتفاظ بها حية بعد الصيد فى جرادل وربما عاشت فى الشتاء فى الأماكن الباردة لمدة أسبوع. وعند تحضيرها يجب أن تكون حية. والإناث مفضلة على [illegible]كور وبيض البطارخ egg roe يعمل منه زبده جراد البحر ويجب إزالة الأحشاء الداخلية التى تشبه الخيط. وتطبخ لمدة ١٠ ق لا أكثر فى زبد ساخن أو فى قليل من الشوربه المكثفه court bouillon ولا تطبخ أبداً فى نبيذ أحمر لأنه يحولها الى اللون الأسود. وجراد البحر لايعامل ولا يحفظ.

(Ensminger, Stobart)

والأسماء: بالفرنسية: (f) écrivesse وبالألمانية Flusskrebs وبالإيطاليـــة gamberidifiume وبالأسبانية cangrejo de rio

جَرَس

الجاروس/الأكول gourmand

هو الشخص الذى يحب الأكل إلى حد الطمع أو عدم الإكتفاء. (Webster)

جَرَش

جَرَش to grind to a coarse meal

يطحن البذور وغيرها بحيث تكون أجزاؤها غير دقيقة بل خشنة.

جريش meal

أى مادة مطحونة إلى أجزاء غير دقيقة بل خشنة.

أنظر: بر/قمح والحبوب الأخرى وكذلك طحن.

جرعة dose

أ) هى كمية معينة مقاسة من دواء أو أى شيئ آخر تؤخذ فى وقت معين أو فترة معينة. (Webster)

ب) أو مقدار الإشعاع الذى يصل إلى نسيج أو شيئ ما فى وقت معين ويقاس بمقدار شدة الاشعاع والبعد عن المصدر وطول مدة التعرض. أى كمية الطاقة التى تمتصها وحدة كتلة unit mass نسيج ما.

ج) الجزء من المضاف الذى قد يدخل فى عملية ما. (Dorland's)

جرعة متجمعة accumulated dose

هى الجرعة أو مقدار الإشعاع الذى يصل إلى نسيج ما أو قدر ما خلال فترة من الزمن.

$ج_إ$ D_E

هى جرعة الإشعاع التى تثبط الانزيم بمقدار ٩٠٪ من نشاطه الأصلى.

$ج_م$ D_M

هى جرعة الإشعاع التى ينتج عنها خفض قدره ٩٠٪ من عدد الكائنات الدقيقة فى حيز معين.

الجرعة الممتصة absorbed dose

هى مقدار الطاقة الممتصة من الإشعاعات المؤينة بواسطة وحدة الكتله من المادة مقاسة بوحدة الجرعة الإشعاعية الممتصة rads. (الخطيب)

الجرعة المميتة lethal dose

هى مقدار عامل ما كالإشعاع تكون كافية لإحداث وفاة. (Dorland's)

الجرعة المميتة المتوسطة

lethal dose, median

ب) مقدار البكتريا الممرضة المطلوبة لقتل ٥٠٪ من أفراد مجموعة حيوانات معرضة بطريقة موحدة لها.

ب) فى الإشعاع: مقدار الإشعاعات المؤينة التى تقتل فى فترة محددة ٥٠٪ من الأفراد فى مجموعة كبيرة. ويرمز لها بالرمز $ج_{م٥٠}$ LD_{50}

(Dorland's)

gram **جرام**

الجرام هو الوحدة الأساسية للوزن فى النظام المترى. (Dorland's)

Gram **جرام**

جرام طبيب دانمركى ١٨٥٣-١٩٣٨ توصل إلى طريقة جرام لصبغ الكائنات الدقيقة تتلخص فى صبغ الكائنات الدقيقة ببنفسجى متبلر crystal violet، ثم المعاملة بمحلول يود لوجول Lugol's iodine بتخفيف ١ : ١٥ ثم يزال اللون بواسطة كحول أو كحول-اسيتون ثم يعكس الصبغ counter-stained بصبغة مغايرة contrasting عادة السافرانين safranin. والكائنات التى تحتفظ بصبغة البنفسجى المتبلر تسمى موجبة لجرام gram-positive وتلك التى تفقد صبغة البنفسجى المتبلر ولكن تصبغ بالصبغة المغايرة تسمى سالبة لجرام gram-positive.

gram-negative **سالب لجرام**

فى طريقة جرام (أنظر) للصبغ تفقد الصبغة بالمعاملة بالكحول وهى خاصية للبكتريا التى لها جدار يتكون من طبقة رفيعة من الببتيدوجليكان peptidoglycan مغطى بغشاء خارجى من البروتين الدهنى lipoprotein وسكر عديد دهنى lipopolysaccharide.

gram-positive **موجب لجرام**

يحتفظ أو يقاوم ازالة اللون بواسطة الكحول فى طريقة جرام (أنظر) للصبغ وهى خاصية أولية للبكتريا التى لها جدار خلية يتكون من طبقة سميكة من الببتيدوجليكان peptidoglycan مع أحماض تيكويك teichoic acid متصلة بها.

جرى

sewage **المجارى**

هى المياه المستخدمة فى مجتمع ما وتتكون من معلق مائى لإفرازات الإنسان والحيوان والمواد الأخرى المهدرة من مبان يسكنها الإنسان.
(Dorland's)

grape fruit **جريب فروت/تمر الجنة**

أنظر: تمر الجنه

جزأ

جزء فى المليون
parts per million, ppm

fractionation **تجزئة**

هى فصل مخلوط ما لأجزاء مختلفة عن طريق:

١- التبلر التجزيئى fractional crystallization وفيه يرغب فى فصل عدة مواد ذائبة solutes موجودة فى محلول واحد ويتم ذلك عادة باختيار درجات حرارة تبلر ومذيبات بحيث أن مادة ذائبة واحدة تصبح فوق مشبعة وتنفصل بالتبلر crystallizes out وبتغيير الظروف بتبلر المواد الذائبة الأخرى بعد ذلك.
(McGraw-Hill Enc.)

أنظر: بلر

٢- التقطير التجزيئى fractional distillation

وهى طريقة لفصل مخلوط من عدة مواد متطايرة لها درجات غليان مختلفة فيقطر المخلوط عند أقل درجة حرارة غليان وتجمع المادة المقطرة distillate كجزء fraction واحد حتى ترتفع درجة حرارة البخار vapor مبيناً أن المكون الذى له درجة حرارة الغليان الأعلا مباشرة يبتدىء تقطيره فيجمع هذا المكون كجزء منفصل وهكذا.

(McGraw-Hill Dic.)

أنظر: قطر

٣- التكثيف التجزيئى

fractional condensation

هى فصل مكونات مخاليط سائلة مبخرة vaporized بتكثيف الأبخرة على مراحل (تكثيف جزئى partial condensation) والمكونات ذات أعلا درجة حرارة غليان تتكثف فى مرحلة المكثف الأولى وتسمح لباقى البخار بالمرور إلى مراحل مكثف تالية.

(McGraw-Hill Dic.)

أنظر: كثف

جزئ molecule

مجموعة من الذرات ترتبط معاً بواسطة قوى كيماوية، وذرات الجزىء قد تكون متماثلة كما فى الأيدروجين يد٢ H_2 أو الكبريت كب٢ S_2 أو كب٨ S_8 أو مختلفة كما فى الماء يد٢أ H_2O أو ثانى أكسيد الكربون ك أ٢ CO_2. والجزىء هو أصغر وحدة فى المادة يمكنها أن توجد وحدها by itself وتحتفظ بخواصها الكيماوية.

(McGraw-Hill Dic.)

وزن جزيئى molecular weight

هو مجموع الأوزان الذرية atomic weights لكل الذرات فى جزىء واحد.

جزر / ذبح / ذكى / نحر slaughter

كتب الجزائرى فى هذا الموضوع مايلى:

(أبوبكر الجزائرى)

فى الذكاة، والصيد ، والطعام ، والشراب

وفيه ثلاث مواد:

المادة الأولى: فى الذكاة:

١- تعريفها: الذكاة ذبح مايذبح من الحيوان المباح الأكل، ونحر ماينحر منه.

٢- بيان مايذبح وماينحر: الغنم من ضأن ومعز، وكذا سائر أنواع الطير من دجاج وغيره تذبح ولاتنحر. قال الله تعالى ﴿وفديناه بذبح عظيم﴾ - أى كبش -[1]. والبقر يذبح، لقوله تعالى: ﴿إن الله يأمركم أن تذبحوا بقرة﴾، ويجوز نحرها. إذ ثبت نحرها عن النبى ﷺ، لأن لها موضعين لتذكيتها، موضع ذبح وموضع نحر، وأما الإبل فإنها تنحر ولاتذبح، وقد نحر النبى ﷺ الإبل قائمة معقولة اليد اليسرى[2].

٣- تعريف النحر والذبح: الذبح هو قطع الحلقوم والمرىء والودجين. والنحر هو طعن الإبل فى لبتها، واللبة موضع القلادة من العنق، وهو موضع

---

(١) الصافات. (٢) فى الصحيحين.

تصل منه آلة الذبح إلى القلب فيموت الحيوان بسرعة.

٤- كيفية الذبح والنحر: أما الذبح فهو أن تطرح الشاه على جنبها الأيسر مستقبلة القبلة بعد إعداد آلة الذبح الحادة، ثم يقول الذابح: بسم الله والله أكبر. ويجهز على الذبيحة فيقطع في فوار واحد حلقومها ومرئها وودجيها.

وأما النحر فهو يعقل البعير من يده اليسرى قائماً. ثم يطعنه ناحره في لبته قائلاً: بسم الله والله أكبر. ويواصل حركة الطعن حتى تزهق روحه. لقول إبن عمر رضي الله عنهما وقد مر برجل أناخ ناقته للذبح: "إبعثها قياماً مقيدة سنة محمد ﷺ"[1].

٥- شروط صحة الذكاة: يشترط لصحة الذبح مايلي:

١) أن تكون آلة الذبح حادة تنهر الدم، لقوله ﷺ: "ماأنهر الدم، وذكر عليه إسم الله فكل ليس العظم والظفر"[2].

٢) التسمية بأن يقول"بسم الله والله أكبر، أو بسم الله فقط، لقوله تعالى: ﴿ولاتأكلوا مما لم يذكر إسم الله عليه﴾[3]. وقوله ﷺ: "ماأنهر الدم، وذكر اسم الله عليه فكلوا"[4].

٣) قطع الحلقوم تحت الجوزة مع قطع المرىء والودجين في فور واحد.

٤) أهلية المذكي بأن يكون مسلماً عاقلاً بالغاً، أو صبياً مميزاً. ولابأس أن يكون أمرأة، أو كتابياً، لقوله تعالى: ﴿وطعام الذين أوتوا الكتاب حلٌ لكم﴾[5]. وفُسر طعامُهم بذبائحهم.

٦- إن تعذر ذبح أو نحر الحيوان لترديه في بئر، أو لشروده جاز تذكيته بإصابته في أي جزء من أجزائه بما ينهر دمه لقوله ﷺ وقد ند بعير- أي شرد - ولم يكن مع القوم خيل فرماه رجل بسهم فحبسه:" إن لهذه البهائم أوابد كأوابد الوحش فما فعل منها هذا فأفعلوا به هكذا"[6]. فقاس أهل العلم عنه كل ماتعذرت ذكاته من حلقه أو لبته.

(تنبيهات)

١- ذكاة الجنين ذكاة أمه، ويحسن أكله إذا تم خلقه ونبت شعره. فقد سئل عن ذلك رسول الله ﷺ فقال: "كلوه إن شئتم فإن ذكاته ذكاة أمه"[7].

٢- ترك التسمية نسياناً لايضر في الذكاة لعدم مؤاخذة أمه محمد ﷺ بالنسيان لحديث: "رفع عن أمتي الخطأ والنسيان وما أستكرهوا عليه"[8]. ولقوله ﷺ: "ذبيحة المسلم حلال ذكر إسم الله، أو لم يذكر، إنه إن ذكر لم يذكر إلا إسم الله"[9].

٣- المبالغة في الذبح [illegible] قطع رأس الذبيحة إساءةٌ، وتؤكل الذبيحة معها بلا كراهة.

٤- لو خالف المذكي فنحر مايذبح، أو ذبح ماينحر أكلت مع الكراهة.

٥- المريضة والمنخنقة، والموقوذة، والمتردية، والنطيحة، وأكيلة السبع إذا أدركت فيها الحياه مستقرة بحيث تزهق روحها بفعل الذبح لابتأثير المرض وذكيت جاز أكلها، لقوله تعالى:

(١، ٢، ٤، ٦) متفق عليه. (٣) الأنعام. (٥) المائدة. (٧) أحمد وأبوداود وهو حسن. (٨) الطبراني بسند صحيح.
(٩) أبوداود مرسلاً وهو صحيح، ولايتم الإستدلال بهذا الحديث على هذه المسألة إلا إذا كان الترك للتسمية نسياناً.

﴿إلا ما ذكيتم﴾ أي أدركتم فيها الروح وأزهقتموه بواسطة التذكية.

٦- إذا رفع الذابح يده قبل إنهاء الذبح ثم إعادها بعد فترة طويلة قال أهل العلم: لاتؤكل ذبيحته إلا إذا كان قد أتم ذكاتها في المرة الأولى.

المادة الثانية: في الصيد:

١- تعريفه: الصيد، مايصاد من حيوان برى متوحش أو حيوان مائى ملازم للبحر.

٢- حكمه: يباح الصيد لغير المحرم بحج أو عمرة، لقوله تعالى: ﴿وإذا حللتم فإصطادوا﴾[١]. غير أنه يكره إن كان لمجرد اللهو واللعب.

٣- أنواعه: الصيد نوعان: صيد بحر، وهو كل ماعاش فى البحر من سمك وغيره من الحيوانات البحرية. وحكمه أنه حلال للمحرم وغير المحرم، ولم يكره منه سوى إنسان الماء وخنزير الماء، لعلة مشاركتهما فى التسمية للإنسان وهو محرم الأكل، والخنزير وهو كذلك. وصيد بر، وهو أجناس، فيباح منه ماأباحه الشرع، ويمنع منه مامنعه.

٤- ذكاة الصيد: ذكاة صيد البحر مجرد موته بحيث لايعالج أكله وهو حى فقط، لقوله ﷺ: "أحلت لنا ميتتان: الحوت والجراد"[٢]. وأما صيد البر فإنه إذا أدرك حياً وجب تذكيته، ولايجوز أكله بدون تذكيته، لقوله ﷺ: "وماصدت بكلبك غير المعلم وأدركت ذكاته فكل"[٣]. وإذا أدركته ميتاً جاز أكله إذا توفرت فيه الشروط التالية:

١) أن يكون الصائد ممن تجوز تذكيته ككونه مسلما عاقلا مميزا.

٢) أن يسمى الله تعالى عند الرمى أو إرسال الجارح، لقوله ﷺ: "ماصدت بقوسك فذكرت إسم الله عليه فكل. وماصدت بكلبك غير المعلم فأدركت ذكاته فكل"[٤].

٣) أن تكون آلة الصيد - إن كانت غير جارح - محددة تخرق الجلد، فإن كانت غير محددة كالعصا والحجر فلايصح أكل ماصيد بها لأنه كالموقوذ، اللهم إلا إذا أدرك فيه الروح فذكى، وذلك لقوله ﷺ وقد سئل عن المعراض: "إذا أصاب بالعرض فلا تأكل فإنه وقيذ"[٥]. وإن كانت جارحا من كلب أو باز أو صقر، وجب أن يكون معلما، لقوله تعالى: ﴿وماعلمتم من الجوارح مكلبين تعلمونهن مما علمكم الله فكلوا مما أمسكن عليكم وإذكروا إسم الله عليه﴾[٦]. وقوله ﷺ: "وماصدت بكلبك المعلم فإذكر إسم الله عليه ثم كل"[٧].

(تنبيه)

علامة الجارح المعلم وخاصة الكلب: أن يدعى فيجيب، وأن يشلى فينشلى وأن يزجر فيزدجر، وأغتفر الأنزجار فى غير الكلب إذا كان غير ممكن.

٤) أن لايشارك كلب الصيد غيره من الكلاب فى إمساك الصيد، لأنه لايدرى من الذى أمسكه، المذكور إسم الله عليه عند إرساله أو غيره؟

---

(١) المائدة. (٢) البيهقى والحاكم وهو صحيح. (٣) متفق عليه. (٤) فى الصحيحين. (٥، ٧) فى الصحيح.
(٦) المائدة.

وذلك لقوله ﷺ: "فإن وجدت مع كلبك كلباً غيره وقد قتل فلاتأكل فإنك لاتدرى أيهما قتله"[1].

٥) أن لاياكل الكلب منه شيئاً، لقوله ﷺ: "إلا أن يأكل الكلب فلاتأكل فإنى أخاف أن يكون إنما أمسك على نفسه"[2]. والله يقول: ﴿فكلوامما أمسكن عليكم﴾.

(تنبيهات)

١- إذا غاب الصيد عن الصائد ثم وجده وبه أثر سهم ولا أثر آخر معه جاز أكله، مالم يمض عليه أكثر من ثلاث ليالى لقوله ﷺ فى الذى يدرك صيده بعد ثلاث: "كل مالم ينتن"[3].

٢- إذا صيد الحيوان ثم وقع فى ماء فمات، لايحل أكله لأنه قد يكون مات بسبب الماء لابسبب الرمى.

٣- إذا إنفصل عضو من الصيد بفعل الجارح فإن هذا العضو لايحل آكله لأنه داخل تحت قوله ﷺ: "وماقطع من حى فهو ميت"[4].

المادة الثالثة: فى الطعام والشراب:

(أ) الطعام:

١- تعريفه: المراد من الطعام كل مايطعم من حب وتمر ولحم.

٢- حكمه: الأصل فى سائر الأطعمة الحلية، لعموم قوله تعالى: ﴿هو الذى خلق لكم مافى الأرض جميعاً﴾[5]. فلايحرم منها إلا ما أخرجه دليل الكتاب أو السنة، أو القياس الصحيح، فقد حرم الشارع أطعمة، لأنها مضرة بالجسم أو مفسدة للعقل، كما حرم على غير هذه الأمه المسلمة أطعمة لمجرد الإمتحان. قال تعالى: ﴿فبظلم من الذين هادوا حرّمنا عليهم طيباتٍ أحلت لهم﴾[6].

٣- أنواع المحظورات:

أ- ماحظر بدليل الكتاب وهو:

١- طعام غيره الذى لايملكه بوجه من أوجه الملك التى تبيح له أكله، لقوله تعالى: ﴿لاتأكلوا أموالكم بينكم بالباطل﴾[7]. وقول الرسول ﷺ: "فلايحلبن أحد ماشية أحد إلا بإذنه)[8].

٢- الميتة، وهى مامات من الحيوان حتف أنفه، ومنها المنخنقة، والموقوذة والمتردية، والنطيحة، وأكيلة السبع.

٣- الدم المسفوح وهو السائل عند التذكية، وكذا دم المذكيات مسفوحاً كان أو غير مسفوح قليلاً أو كثيراً.

٤- لحم الخنزير، وكذا سائر أجزائه من دم وشحم وغيرهما.

٥- ما أهل به لغير الله وهو ماذكر عليه غير إسم الله تعالى.

٦- ماذبح على النصب وهو شامل [illegible] ماذبح على الأضرحة والقباب مما ينصب أمارة ورمزاً لما يعبد دون الله، أو يتوسل به إليه تعالى ودليل هذه السنة قوله تعالى: ﴿حرمت عليكم الميتة ، والدم، ولحم الخنزير،وماأهل لغير الله به، والمنخنقة، والموقوذة،

(١ ، ٢ ، ٨) متفق عليه. (٣) مسلم. (٤) أحمد والترمزى بلفظ: وماقطع من البهيمة وهى حية فهو ميتة، وفى سنده مقال لكنه صالح للعمل به. (٥ ، ٧)البقرة. (٦) النساء.

والمتردية، والنطيحة، وماأكل السبع إلا ماذكيتم، وماذبح على النصب﴾[1]. فهى محرمة بالكتاب العزيز.

ب- ماحظر بنهى النبى ﷺ وهو مايلى:

١- الحمر الأهلية؛ لقول جابر رضى الله عنه: "نهى رسول الله ﷺ يوم خيبر عن لحوم الحمر الأهلية، وأذن فى لحوم الخيل"[2].

٢- البغال قياساً لها على الحمر الأهلية ، فهى فى حكم مانهى عنه. ولقول الله تعالى: ﴿والخيل والبغال والحمير لتركبوها﴾[3]. فهو دليل خطاب يقضى بحظر آكلها. وإن قيل كيف أبيحت الخيل، والدليل فى البغال والخيل واحد؟ فالجواب أن الخيل خرجت بالنص الذى هو إذن الرسول ﷺ فى أكلها كما جاء فى حديث جابر المتقدم.

٣ و ٤- كل ذى ناب من السباع كالأسد والنمر والدب والفهد والفيل والذئب والكلب، وإبن آوى ، وإبن عرس، والثعلب، والسنجاب، وغيرها مما له ناب يفترس به. وذى مخلب من الطيور كالصقر والبازى والعقاب والشاهين والحدأة والباشق والبومة وغيرها مما له مخلب يصيد به، لقول إبن عباس رضى الله عنهما: "نهى رسول الله ﷺ عن كل ذى ناب من السباع، وعن كل ذى مخلب من الطيور"[4].

٥- الجلالة، وهى ماتأكل النجاسة وتكون غالبة فى عيشها من بهيمة الأنعام، ومثلها الدجاج، لما روى[5] أبوداود عن إبن عمر أن النبى ﷺ نهى عن لحوم الجلالة وألبانها، فلاتؤكل حتى تحبس عن النجاسة أياما يطيب فيها لحمها، ولايشرب لبنها إلا بعد إبعادها عن النجاسة أياما يطيب فيها لبنها.

جـ- مايحظر بدليل منع الضرر، وهو مايلى:

٢- السموم عامة لثبوت ضررها فى الأجسام.

٢- التراب والطين والحجر والفحم، لضررها وعدم نفعها.

٣- المستقذرات التى تعافها النفس وتنقبض لها كالحشرات وغيرها، إذ المستقذر يسبب المرض، ويجر الأذى للبدن.

د- ماحظر بدليل التنزه عن النجاسات ، وهو مايلى:

١- كل طعام أو شراب خالطته نجاسة، لقوله ﷺ: "فى الفأرة تقع فى السمن إن كان جامدا فألقوها وماحولها، وكلوا الباقى، وإن كان ذائبا فلاتقربوه"[6].

٢- كل نجس بطبعه كالعذرة والروث، لقوله تعالى: ﴿ويحرم عليهم الخبائث﴾[7].

٤- مايباح من المحظورات للمضطر:

يباح للمضطر ذى المخمصة- المجاعة الشديدة- إن خاف تلف نفسه وهلاكها أن يتناول من كل محظور- غير السم - مايحفظ به حياته سواء كان طعام غيره أو ميتة، أو لحم خنزير أو غير ذلك، على شرط أن لايزيد على القدر الذى يحفظ به نفسه من الهلاك، وأن يكون كارها لذلك غير متلذذ به، لقوله تعالى: ﴿إلا من إضطر فى مخمصة غير متجانف[8] لإثم﴾[9].

(١) المائدة. (٢) متفق عليه. (٣) النحل. (٤) مسلم. (٥) الترمذى وغيره وهو حسن. (٦) أبو داود بسند صحيح وأصله فى البخارى. (٧) الأعراف. (٨) متجانف لإثم: مائل إليه ومختار له. (٩) البقرة.

(ب) الشراب:

١- **تعريفه:** المراد من الشراب كا مايشرب من أنواع السوائل.

٢- **حكمه:** الأصل في الأشربة كالأصل في الأطعمة وهو أنها مباحة، لقوله تعالى ﴿هو الذى خلق لكم مافى الأرض جميعاً﴾ إلا ما أخْرَجَ الدليل من ذلك مثل:

١) الخمر، لقوله تعالى: ﴿إنما الخمر والميسر والأنصاب والأزلام رجس من عمل الشيطان فإجتنبوه﴾[1]. وقول الرسول ﷺ: "لعن الله الخمر، وشاربها وساقيها، وبائعها ومبتاعها وعاصرها، ومعتصرها، وحاملها، والمحمولة إليه، وآكل ثمنها"[2].

٢) كل مسكر من أنواع السوائل، والكحوليات[3]، لقوله ﷺ: "كل مسكر خمر، وكل خمر حرام"[4].

٣) عصير الخليطين وهو جمع الزهو والرطب، أو الزبيب والرطب فى إناء واحد وصب الماء عليهما حتى يصيرا شراباً حلواً. وسواء أسكر أم لم يسكر. لنهيه ﷺ عن ذلك بقوله: "لاتنبذوا الزهوة والرطب جميعاً، ولاتنبذوا الزبيب جميعاً، ولكن أنبذوا كل واحد منهما على حدته"[5].

وذلك لأن الإسكار يسرع إليه بسبب الخليط، فَسداً للذريعة نهى عنه ﷺ.

٤) أبوال محرمات الأكل لنجاستها، والنجاسة محرمة.

٥) ألبان مالايؤكل لحمه من الحيوان، سوى لبن الآدمية فإنه حلال.

٦) ماثبت ضرره للجسم كالغازات ونحوها.

٧) أنواع المشروبات التدخينية كالتبغ والحشيشة والشيشة، إذ بعضها مضر للجسم وبعضها مسكر، وبعضها مفتر وبعضها كريه الريح مؤذ لمن فى معية المدخن من بشر أو ملائكة، وماكان كذلك فهو ممنوع شرعاً.

٣- **مايباح منها للمضطر:** يباح لذى الغصة أن يسيغ مانشب فى حلقه من طعام ونحوه بالخمر إن لم يجد غيرها حفاظاً على النفس من الهلاك، كما يباح لذى العطش الشديد الذى يخاف معه الهلاك أن يشرب مايدفع به عطشه من المشروبات المحرمة، لقول الله تعالى: ﴿ ... إلا ما أضطررتم إليه﴾.

ويقول كتاب الفقه على المذاهب الأربعة:

يشترط لحل الذبيحة أربعة شروط:

الشرط الأول: أن يقول: "بإسم الله" عند حركة يده بالذبح أو النحر او العقر. ولايقوم شيء مقام التسمية، فلو سبح الله لايجزىء، وتجوز بغير العربية ولو مع القدرة على العربية. ويسن أن يكبر مع التسمية فيقول: " بإسم الله [illegible] له أكبر". فإن كان الذابح أخرساً أومأ برأسه إلى السماء أو أشار إشارة تدل على التسمية بحيث يفهم منها أنه أراد التسمية، وهذا كاف فى حل ذبيحة [illegible]رس.

فإذا تركت التسمية عمداً أو جهلاً لم تبح الذبيحة، لقوله تعالى: "ولاتأكلوا مما لم يذكر إسم الله عليه"...... ، وإن تركت التسمية سهواً، فإنها تحل، لحديث شداد بن سعد عن النبى ﷺ أنه قال: " ذبيحة المسلم حلال وإن لم يُسَّم، إذا لم يتعمد".

---

(١) المائدة. (٢) أبوداود والحاكم وإسناده صحيح. (٣) الكحوليات كلمة عجمية أصلها الغوليات إذ الغول مايغتال العقول من المسكرات قال تعالى: لاغول فيها. (٤) مسلم. (٥) متفق عليه.

ويشترط قصد التسمية على مايذبحه، فلو سمى على شاه وذبح غيرها بتلك التسمية، لم تبح الثانية، ولايضر الفصل اليسير بين التسمية والذبح. فلو سمى ثم تكلم وذبح حلت. وإذا أضجع شاه ليذبحها وسمى، ثم ألقى سكينته وأخذ غيرها وذبح حلت، وكذا إذا رد سلاما أو استبقى ماء. والكتابى كالمسلم، فإذا ذكر إسم المسيح لاتحل الذبيحة، وإذا لم يعلم إن كان الذابح سمى أو لا. ذكر إسم الله أو غيره، فالذبيحة حلال.

الشرط الثانى: أهلية الذابح أو الناحر أو العاقر. وهو أن يكون عاقلا قاصدا التذكية، فلو وقعت السكين على حلق شاه فذبحتها لم تحل لعدم قصد التذكية. وأن يكون مسلما أو كتابيا ولو حربيا أو من نصارى بنى تغلب: لافرق بين أن يكون ذكرا أو أنثى حرا أو عبدا، أو جنبا وحائضا ونفساء وأعمى وفاسقا.

ولاتحل ذبيحة مجنون وسكران وصبى غير مميز، لأنه لاقصد لهم. فإذا كان الصبى مميزا تحل ذبيحته ولو كان دون عشر سنين. ولاتحل ذبيحة مرتد ولامجوسى ولا وثنى ولا زنديق ولا كل من لايدين بكتاب، أخذا من مفهوم قوله تعالى "وطعام الذين أوتوا الكتاب حل لكم"، أى فلا يحل لكم طعام غيرهم.

الشرط الثالث: الآلة. وهو أن يذبح بآلة محددة تقطع أو تخرق بحدها لاتقطع أو تخرق بثقلها. ولافرق فى المحددة بين أن تكون من حديد - كالسكين والسيف والنصل ونحوها - أو تكون من حجر أو خشب أو عظم - إلا السن والظفر فلا يصح الذكاه بهما، سواء كانا متصلين أو منفصلين.

الشرط الرابع: أن يقطع الحلقوم والمرىء وقد تقدم بيانهما. وإذا ذبح كتابى مايحرم عليه فى شريعته وثبت فى شريعتنا تحريمه عليه، يحل آكله .... كما إذا ذبح يهودى لذى ظفر، وهى الأبل والنعام والبط، وماليس بمشقوق الأصابع. فإن الله تعالى أخبر بأنه حرم عليهم كل ذى ظفر. وكذلك إذا ذبح مايزعم أنه يحرم عليه ولم يثبت عندنا أنه يحرم عليه، كما إذا ذبح حيوانا ملتصقة رئته بأضلاعه، فإنهم يزعمون أن الرئة تحرم عليهم ويسمونها باللازقة.

ويسن أن تنحر الأبل ونحوها مما له رقبة طويلة. ويذبح غيرها كالبقر والغنم، ويسن أن يحد الشفرة أولا (السكين ونحوها)، وأن يحدها بعيدا عن الذبيحة، وألا يذبح واحدة والأخرى تنظر، وأن يضج الذبيحة أن كانت شاه أو بقرة على جنبها الأيسر، ثم يقول:اللهم هذا منك وإليك. وجهت وجهى ... الآية. إن صلاتى ونسكى ... الآية. "بإسم الله ، الله أكبر. ثم يذبح.

ويكره كسر عنق المذبوح قبل أن تزهق روحه ويسكن. وكذلك يكره سلخه أو قطع عضو منه أو نتف ريشه قبل أن تزهق روحه.

وقد أثبتت الخبرة وبين العلم صحة وإنسانية ورحمة ما أوصى به الإسلام منذ أربعة عشر قرنا فبكتب ماكجى أن أى ضغط على الحيوان قبل الذبح مباشرة سواء كان صياما أو تضرر أثناء النقل أو خوف يؤدى إلى تأثير عكسى على الناتج النهائى. إذ أنه لفترة بعد "موت" الحيوان تستمر العضلات

فى العمل على الإحتفاظ بدرجة حرارة الجسم ولما كان الدم لاينساب يتجمع حمض اللاكتيك ولكن إذا كان الحيوان تحت ضغط قبل التذكية فإن التوتر العضلى يكون قد إستنفذ مايوجد بها من جليكوجين وبذا يتجمع مقدار أقل من حمض اللاكتيك بعد الزغاة ويكون محتوى اللحم من الحمض أقل مما لو كان مقدار الجليكوجين عاديا وهذا مايؤدى إلى إنتاج لحم غامق القطع (عند التقطيع) dark cutting وهو لحم يكون له نفس القيمة الغذائية كاللحم العادى ولكن خواصه العضوية الحسية تكون أقل جودة فيكون غير جذاب صمغى gummy القوام ويميل إلى سرعة الفساد حيث تعمل الظروف الحامضية على تثبيط نمو العديد من البكتيريا والفطر. (McGee)

وقد يعمد البعض إلى تدويخ stunning الحيوان بضربة أو بشحنة كهربية فى رأسه ثم يعلق ويصفى دمه من أحد الأوعية الرئيسية لأن الدم وسط ممتاز لنمو الكائنات الدقيقة فإزالته يقلل من الفساد فيزال حوالى نصف الدم الموجود فى الحيوان ومايتبقى يكون فى الأنسجة الغنية به مثل القلب والرئتين.

ونحن هنا لانعلق على عملية التدويخ هذه أيا كانت طريقتها أنما نذكرها ولنترك لأهل الذكر - رجال الدين - الحكم عليها إنما نذكرها فقط للأمانة العلمية.

وذكاة الحيوان slaughter لها تأثيرات هامة فتجمع حمض اللاكتيك يخفض من رقم جيد للأنسجة ويساعد فى مسح البروتينات فى الألبان (ماعدا الكولاجين والإلاستين) ويتحرر [illegible] من الماء المرتبط بها فيجف اللحم إلى حد ما ويتحد اللاكتين والميوسين ليكونا أكتوميوسين actomyosin المسئول عن إنقباض العضلات. وينخفض أيضا محتوى أ.ثـلا.ف ATP وينتج الجسوء الرمى وإذا كانت العضلات منقبضة قبل حدوث الجسوء الرمى rigor mortis. وإذا كانت العضلات منقبضة قبل حدوث الجسوء الرمى فإن اللحم يصبح أكثر جشابه tougher. ويعمل تعليق الذبيحة على مد العضلات وبتغير الظروف الكيماوية فى الخلية تتأثر خيوط الأكتوميوسين وتسترخى إلى حد ما مرة أخرى. وينتهى الجسوء فى حوالى يوم فى البقر وفى ٦ ساعات فى الخنزير والفراخ.

وتؤثر التذكية أيضا على اللون فصبغة الميوجلوبين فى العضلة تخزن الأكسيجين معطية اللون الأحمر البراق فإذا ذكى الحيوان فلايصلها أكسيجين وتتحول إلى الشكل غير الأكسيجينى unoxygenated وهذا أرجوانى اللون [illegible]plish وعند قطع اللحم وتعرض السطح للأكسيجين فإن الميوجلوبين على السطح يأخذ الأكسيجين من الهواء [illegible] إلى اللون الوردى الأحمر pink-red [illegible] تم لف اللحم فى ورق فضفاض أو فى فلم يسمح بمرور الأكسيجين فإن هذا يسمح بالإحتفاظ بهذا اللون [illegible]ة حتى يتأكسد الميوجلوبين إلى ميتميوجلوبين metmyoglobin حيث يزال أليكترون من ذرة الحديد. وهذا التفاعل يساعد عليه نشاط البكتريا ودرجة الحرارة العالية كالطبخ وقلة الأكسيجين وتركيز ملحى مرتفع. والتغيير من ميوجلوبين مستمر وغير عكسى وكلما زاد الوقت كلما كانت قطعة اللحم أكثر رمادية grayer. (Ensminger)

ميكنة الذبح:

يعتقد البعض خاصة فى البلاد الغربية أن ميكنة mechanization وتألية automation تدويخ الحيوان stunning وذبحه slaughtering وتجهيزه dressing وإزالة العظم deboning (تشفيت) لها فوائد كثيرة منها تحسين حالة الذبيحة من الوجهة الصحية وحالة الجلد hide والفروة pelt وكذلك حالة المنتج بعد إزالة العظم وأمان أحسن للعمال وتخفيض لتكاليفهم. (Hui)

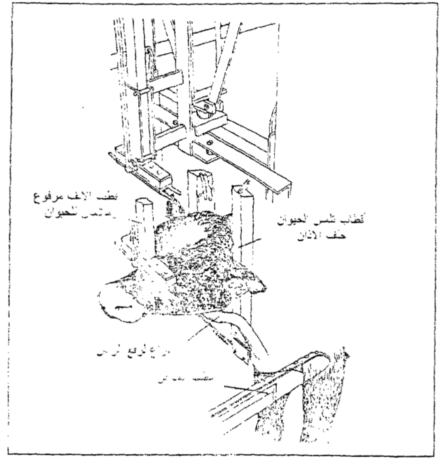
طرق التدويخ

- الرتاج captive bolt: فيها ينفذ رتاج من الصلب (قطر ٨ مم) فى المخ بتأثير خرطوشة cartridge فارغة أو هواء وهو يستخدم مع العجول calves والماشية cattle والغزال deer والخراف sheep ويمكن إستخدامه مع معظم الأنواع الأخرى ولكن غير موثوق به فى حالة الخنازير pigs. وتأثيرها محدود مع الحيوانات ذات الرؤوس الكبيرة وتعتبر الطريقة موثوق بها وإنسانية ولكن يجب إنقاذ الرتاج بدقة فى الرأس. والمخ فيها غير مأكلة.

- قدح الكبسولة percussion: هذه الطريقة مماثلة لسابقتها ولكن القذيفة projectile لها نهاية مسطحة flat أو تشبه عش الغراب mushroom ولعدم النفاذ فى الرأس فإن إنتقال الطاقة وتبددها غير منتظم ويكون التدويخ غير مضبوط not controlled. ويستخدم مع العجول والماشية والغزال والخراف ويمكن إستخدامها مع معظم الأنواع الأخرى ولايعتمد عليها مع الخنازير. وهناك خط دقيق بين التدويخ العكسى reversible والضرر غير العكسى للمخ irreversible brain damage مما ينعكس على إنسانية هذه الطريقة فى كل حالة كما يمكن إستعادة المخ. وهذه الطريقة تقابل إحتياجات الحلال (كذا) halal requirements.

- تدويخ الرأس فقط كهربياً head-only electrical stunning: يمرر تيار كهربى (٥٠-٦٠ذبذبة Hz) خلال المخ فقط مما ينتج عنه غياب وعى فى الحال. ويمكن للحيوان إذا لم يذبح أن يفيق من الدوخة. والذبح إما بقطع الحلقوم throat cutting أو بالطعن sticking. والأقطاب يمكن أن تكون على هيئة دبوسين من الصلب بينهما ٥ سم مع ماسك مسدس pistol grip أو على هيئة مقص للحيوانات الصغيرة وفى حالة الحيوانات الكبيرة كالماشية فيجب تقييدها أوكبحها restrain مع إستخدام أقطاب توضع فى المكان شبه آلياً semi-automatic (شكل ١). وهى تستخدم أيضاً مع الخراف والعجول والماشية والخنازير ويمكن إستخدامها مع الغزال وهى طريقة انسانية إذا كان الطعن يلى التدويخ بسرعة. وحركة الحيوانات بعد التدويخ poststun يمكن التغلب عليها بإمرار تيار فى الذبحة بعد فترة قصيرة من الذبح (تثبيت كهربى electrical immobilization).

ويوجد منه مايمكن إستخدامه آلياً. وقد يحدث تأثير على الدم وإمكان إدماء hemorrhage ويمكن الحصول على المخ. وهذه الطريقة تحقق متطلبات الحلال (كذا).



شكل (١): يبين منع حركة الرأس والقطب في التدويخ الكهربي للماشية

- تدويخ كهربي من الرأس إلى الجسم
head-to-body electrical stunning

يمرر تيار كهربي (٥٠ – ٦٠ ذبذبة Hz) يمرر في المخ عن طريق أقطاب كما في الطريقة السابقة ولكن يمرر التيار أيضاً خلال الجسم لوقف القلب (سبب الموت) وليسبب سكون stillness الذبيحة. ويمكن وضع الأقطاب على الظهر back أو الأرجل الأمامية forelegs أو المقاهر/لحم الصدر brisket. ويستخدم مع الخراف والعجول والماشية والخنازير والدواجن ويمكن إستخدامها مع الغزال والأرانب. وهي تسبب سكون الحيوان وتضمن الإنسانية عن طريق توقف القلب. ولايلزم ... أن يتلو التدويخ بسرعة. ويوجد منها طرق آليـــة.

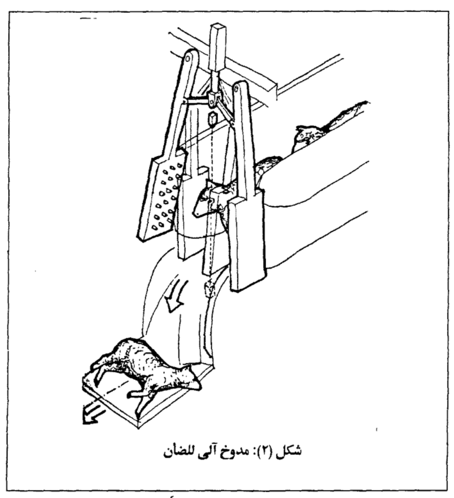
وقد يحدث إدمـــاء/نـــزف نقطي petechial hemorrhage ويمكن ... على المسح ولكن هذه الطريقة غير حلال non-halal.

- التدويخ بثاني أكسيد الكربون
carbon dioxide stunning

وفيه يخدر anesthetize الحيوان في جو من ٦٠ – ٧٠٪ ثاني أكسيد الكربون في هواء أو أكسيجين حيث ينزل الحيوان إلى الحجرة. ويستعمل حالياً مع الخنازير وينتج عنه إدماء/نــزف نقطي petechial ويزمع الحصول على لحم فاتح pale وطري soft ويعطي إفرازات exudative.

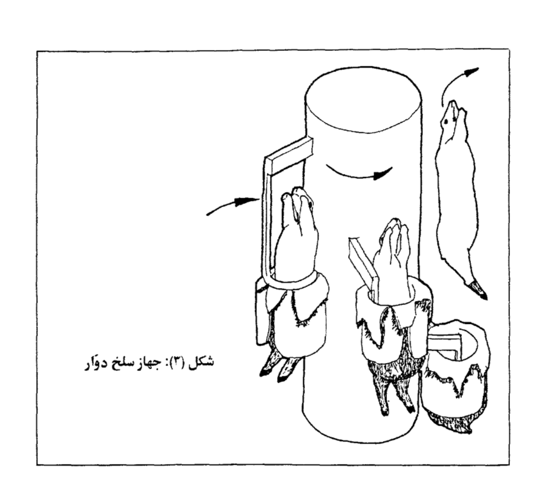
إن ميكنة ذبح وتجهيز وإزالة العظم من الخراف والحملان جزئياً أبحاثها فى نيوزيلندا إستجابة لإرتفاع تكاليف العمال ولمقابلة الإحتياجات الصحية الصارمة المتزايدة.

التدويخ : يستخدم التدويخ الكهربى الرأسى فقط والرأس للجسم وتستخدم فيها أجهزة كما تظهر فى الشكل (٢).

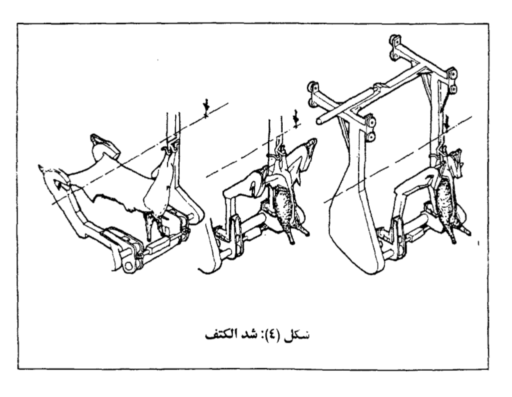


شكل (٢): مدوخ آلى للضأن

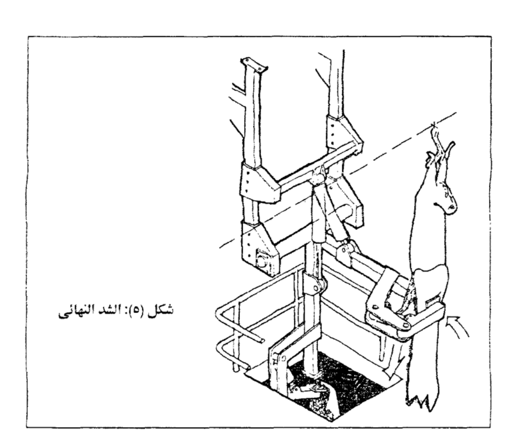
إزالة الفروة/السلخ pelting: فى حوالى السبعينات من هذا القرن اعترفت صناعة اللحوم فى نيوزيلندا بالفوائد الصحية وفى تكاليف العمال لإزالة الفروة depelting/السلخ من الأكتاف إلى الأرجل الخلفية حيث تسهل هذه العملية بتعليق الحيوان من أرجل الأمامية – بعد أن كان يعلق من أرجله الخلفية وتستخدم مكنة ذات ستة رؤوس دائرة لإزالة/سلخ الفروة pelt من البطن belly وأسفل الظهر lower back والأرجل الخلفية hind legs عن طريق إدخال حلقة ring بين الفروة والذبيحة carcass وإزالة الفروة كخلع/جورب sock (شكل ٣) ثم طورت هذه المكنة لتعمل على مرحلتين كما فى الشكلين (٤ و ٥).



شكل (٣): جهاز سلخ دوّار

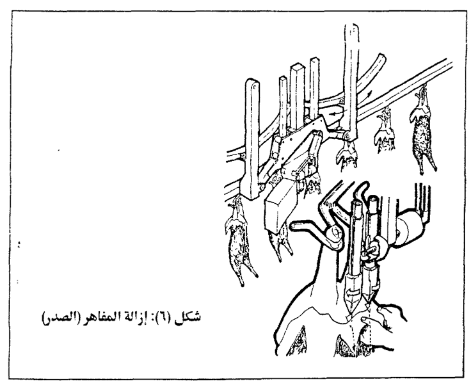


شكل (٤): شد الكتف



شكل (٥): الشد النهائى

ثم طورت مكنة لإزالة المفاهر brisket cleaning
كما فى شكل (٦)



شكل (٦): إزالة المفاهر (الصدر)

كذلك تم تطوير مكن لإزالة العرقوب (العراقيب) hocks الأمامية (شكل ٧)

شكل (٧): إزالة العراقيب الأمامية

والعراقيب الخلفية (شكل ٨)



شكل (٨): إزالة العراقيب الخلفية

إزالة الأحشاء evisceration: توجد مكنة تقطع المقاهر/لحم الصدر brisket وتفتح البطن ولكن إزالة الأحشاء ومناولة handling الأجزاء المأكلة الأقل أهمية offal في الضأن لازالت تحت التطوير.

معاملة الرأس head processing: تطلبت البلاد الأوربية EEC في ١٩٧٥ أنه يزال جلد الرأس تماماً وأن توجد مع الذبيحة عند الفحص ويوجد مكن الأن يسمح بذلك وبإزالة المخ آلياً.

وقد أدى تجهيز dressing الحيوان آلياً إلى خفض عدد وتكاليف العمال وإنخفاض عدد الكائنات الدقيقة على مناطق الذبيحة كذلك فإن ميكنة وتألية إزالة العظم (التشفية) والتقطيع boning and cutting للخراف والحملان أدى إلى عدة فوائد منها إنتاج لحم أنسجته تركيبها سليم كلياً وجودة لحم أحسن وأكثر ثباتاً وإتاءاً yield (تصافى) أعلا من اللحم وكفاءة عمال إنتاجية أعلا مع إنخفاض تكاليف العمل.

تشفية/إزالة العظم من الذبيحة كاملة
whole carcass boning

مزيل العظم ذو الإطار frame boner يزيل الجانبين الطريين soft sides من الذبيحة وكل جانب يحتوى على الأجزاء الآتية سليمة intact: عظام الكتف/اللوح والأرجل الأمامية وعظم العضد والزند وعظم الكعبره وعظم الفخذ وعظم القصبه والرَّضَفَة والشظية وعظام الأرجل
scapula, humeruo, ulna & radiu, femur, fibia, patella & fibula

والعضلة والنسيج الضام والدهن على الأكتاف والأرجل وعلى القمة top وعلى جانبى عظم الرقبة (الفقرات العنقية cervical vertebrea) وخارج عظم الظهر (الفقرات الصدرية والقطبية thoracic & lumbar vertebrea) وعظام الأضلاع rib bones والعظم الحرقفى aitch bones. ويتكون مزيل العظم ذو الإطار frame boner من أربعة أجزاء: محطة التحميل load station، القاعدة ودعامة الذبيحة pedestal&carcass support، المحرك الطولى linear drive وكابينة الضبط control cabinet.

أما التشفية فتتم فى خمس عمليات: ١- نقل الذبيحة من القضيب إلى دعامتها وقياس أبعادها وذلك عند محطة التحميل ٢- وعلى القاعدة تدار دعامة الذبيحة حول محور أفقى لتقابل رأس إزالة العظم/التشفية boning head ٣- وعند المحرك الطولى تُمْسَك وتُشَد الأرجل الخلفية لتعريض الحوض pelvis لرأس التشفية boning head فى مساره لأعلا upward travel ٤- تشفية الجانبين الطريين فى المسار لأسفل downward travel لرأس التشفية بإستخدام شدادات tensiness للأرجل الأمامية مع سكاكين دوارة rotating وأقراص مرنة flexible discs وجرافات (محاريث) ploughs وأسلاك متحركة لإجراء التقطيع cutting وذلك عند المحرك الطولى ٥- قذف ejecting إطار الهيكل skeletal frame أثناء دوران دعامة الذبيحة ويجرى على القاعدة.
وتضبط العملية بواسطة جهاز مبرمج ويمكن أن تعامل ٢٠٠ ذبيحة فى الساعة والتصافى (الاتاء) yield حوالى ٧١-٧٥٪ للجوانب ذات العظم غير المشذبة untrimmed (منظفة) وأكثر من ٦٣٪ من وزن الذبيحة المشفاه/مزالة العظم غير المشذبة (غير المنظفة) وذلك على أساس أوزان ذبائح مابين ١٩ – ٢٣ كجم بفرض أن عظام الكتف والعظم هى ٨٪ من الوزن وسطح أجزاء الظهر back straps (عضلة الظهر الطويلة longissimus dorsi muscle) ناعمة ومستوية smooth & even مع غياب علامات السكين knife cuts. وهناك فوائد أخرى يحصل عليها أيضاً بإستخدام هذه المكنة من حيث توفير تكاليف العمل وزيادة التصافى وزيادة معدل المعاملة وإنتاج منتجات ثابتة ذات جودة عالية مع إمكان معاملة ذبائح ذات أحجام مختلفة.

تشفية/إزالة عظام جزء من الذبيحة part carcass boning – مشفى/مزيل عظم الخاصرة/الفيليه loin boner: وهو يتكون من حاملة carriage (مركبة) تتحرك أفقياً يركب عليها دعامة الخاصرة وملزم clamp، ومجموعة متحركة assembly يوجد عليها السكاكين والجرافات (محاريث) ploughs، ونظام ضبط control system مبرمج وبه صمامات هوائية pneumatic valves وضابط لسرعة المحرك ولوحة تشغيل وإطار وأغطية covers لضمان عدم تلوث المكن. وفى العمل توضع الخاصرة القصيرة short loin على الدعامة وتثبت (تلزم) clamped باليد. وعند بدء العملية تتقدم الدعامة مع الخاصرة القصيرة وفى نفس الوقت تتحرك السكاكين والجرافات

ploughs إلى أسفل لتصل إلى الدعامة قبل مرور الخاصرة تحتهم مباشرة فتحدث التشفية أثناء هذا المرور حيث تقطع السكاكين ماعلى جانبى العظام الرأسية ويتلوها بعد ذلك الجرافات ploughs (المحاريث) والتى تزيل clear من عظام الظهر chine والعظام الأفقية horizontal وبذا تنفصل العضلات عن العظم. ثم ترتفع السكاكين والجرافات لتسمح للدعامة بالعودة للعامل لإزالة العضل والعظام. والمكنة يمكنها أن تعامل ٦ خاصرات فى الدقيقة إذا عمل عليها شخص واحد أو ٨ خاصرات فى الدقيقة إذا عمل عليها عاملان. وهذه المكنة تعطى ١٠٪ عضل أكثر من التشفية اليدوية والناتج ذو جودة ممتازة حيث تكون الخاصرة المشفاه ذات حجم وشكل ثابت مع سطح ناعم ومع غياب علامات قطع السكين تماماً.

البقر beef

عادة تدوخ الماشية بإستخدام الرتاج captive bolt أو قدح الكبسولة percussion وترمى بالطعن فى الصدر thoracic stick ولكن طُوِّر التدويخ الكهربى واستخدم بنجاح وإذا مر التيار خلال الرأس فقط فيكون حلالاً halal (كذا) وإن كان من المرغوب فيه وقف الحركة بعد التدويخ كهربياً. وإذا أضيفت أقطاب أخرى على المفاهر (لحم الصدر) brisket أو أجزاء أخرى من الجسم فإن القلب يقف وتقف الحركة بعد التدويخ ويسمح سكون الحيوان بعد التدويخ الكهربى بربط المرىء esophagus لمنع نزول [illegible] هضوم ingesta.

التجهيز dressing : تقيد shackle الذبيحة وترفع بعد التدويخ وتعلق من أرجلها الخلفية على ناقلات علوية overhead conveyors ثم تمر على عدد من الوحدات حيث يزال الجلد dehided بواسطة آلات يدوية ومكن. ففى الرصيفين الأولين platforms يزال الجلد من على الرجلين الخلفيتين بإستخدام سكاكين وآلات يدوية وتزال العراقيب hocks بمزيلات عراقيب تدار يدويا. وبذا تصبح الذبيحة معدة لتدخل إلى مكنة إزالة الجلد/السلخ التى تشده إلى أسفل. وتتكون المكنة من رصيفين platforms للعمال على جانبى أسطوانة تدور آليا وكلا الرصيفين والأسطوانة تتحرك معا إلى أسفل وإلى أعلا ويثبت جزء من الجلد الذى أزيل فى السلخ الأولى preliminary dehiding على الأسطوانة وعندما ينخفض الرصيفان والأسطوانة يشد الجلد pulled off ويلف rolled على الأسطوانة ويساعد العاملان الموجودان على الرصيفين فى السلخ بإستخدام آلات سلخ يدوية.

وبعد إزالة الجلد/السلخ تماما تنعكس الأسطوانة ويقع الجلد خلف المكنة. ويمكن سلخ ٨٠ ذبيحة ماشية بهذه المكنة فى الساعة وتزال الأحشاء بعد ذلك وتفحص مكونات الأحشاء والذبيحة.

وفى أوروبا توصلوا إلى مكنة لتقسيم splitting البقر وتتكون من منشار دائرى circular saw يوجهه نظام توجيه ويعقم كلاهما بين كل ذبيحة وأخرى. ويطور الآن نظام تجهيز آلى فى أستراليا.

الدواجن poultry

التدويخ والذبح والتجهيز وإزالة الأحشاء stunning , slaughter , dressing , evisceration

سمحت ميكنة هذه العمليات لصناعة لحم الدواجن بمنافسة الأنواع species الأخرى من حيث التكاليف. والمكن يسمح بمعاملة ٤٠٠٠ طائر في الساعة ولاتتم أي معاملة يدوية إلا عند التحميل على ناقلات المعاملة processing conveyors حيث تمر بعد ذلك على خطوة تدويخ كهربي ثم مكن القتل killing ومكن السمط scalder ومكن إزالة الريش/النتف defeathering ويتم التدويخ عادة بغمس الرؤوس في محلول ملحي في الماء والذي يسبب وقف القلب ويقلل من الحركة بعد التدويخ ويضبط المكن في خط القتل ليناسب الطيور ذات الأحجام المختلفة التي تعامل. ويؤثر السمط على إزالة الريش ولذا تضبط درجة الحرارة ويحسن من انتقال الحرارة أثناء العملية.

وتستخدم آلات إزالة الريش/النتف أصابع مطاطية تدور بالقرب من الطائر فتزيل الريش وتزال الحنجرة gullet آلياً ثم تزيل سكين دائرة الأرجل وتزال الأحشاء آلياً في الفراخ/الدجاج حيث تنقل الطيور بواسطة ناقلات عالية overhead conveyors وتمر على محطات معاملة processing stations أو مكن تشمل قاطع لثقب vent cutter وفاتح opener ومزيل للأحشاء قاطع فاتح evisceration cut opener. ويطور أيضاً مكن للطيور الأخرى كالديك الرومي والبط. وتبرد الطيور بعد إزالة الأحشاء وتوزن وتعبأ ويتم ذلك آلياً في معظم الأحيان حيث يتم تدريج الطيور حسب وزنها.

التقطيع: هناك مكن الآن لتقطيع الدواجن آلياً حيث تحمل ناقلات عالية الذبائح وتنقلها إلى محطات التقطيع التي تقطعها إلى أي عدد من الأجزاء بوقف أو تشغيل وحدات التقطيع ومعدل التقطيع يتراوح مابين ٢٥٠٠ - ٣٠٠٠ طيراً في الساعة. كما يتم تشفية/إزالة عظم صدر الدواجن/الفراخ وكذلك تحضير حُزَة fillet آلياً من الصدر وذلك بمعدل ١٥٠٠ طائر في الساعة.

الخنازير pigs

المأوى والمناولة lairage & handling

المأوى والظروف قبل الذبح تؤثر على الخنازير وعلى اللحم الناتج. وإدخالهم في صف من حيوان واحد لخط الذبح غير طبيعي لهم ويؤثر عليهم ولذا ينصح بإستخدام عدة صفوف متوازية من حيوان واحد parallel single-file لخفض الضغوط على الحيوانات.

التدويخ stunning

التدويخ الكهربي هو الأكثر إستخداماً خاصة الرأس إلى الجسم والذي يوقف القلب والحركة بعد التدويخ ولكن قد يحدث إدماء في العضلات ويتغلب على ذلك بضبط عملية التدويخ الكهربي من حيث وضع القطب وتقليل الوقت بين التدويخ والإدماء sticking.

وكذلك يستخدم التدويخ بثاني أكسيد الكربون ولكن قد يحدث هياج للحيوان بعد ١٠ ثوان من تعرض الحيوان لجو ك أ، هازا الرأس والأرجل حواليه بحركات عنيفة وتدرس هذه الطريقة وطرق التدويخ بالموجات القصيرة وطرق أخرى بغرض تحسين جودة اللحم الناتج والرأفة بالحيوان وتوفير أمان العمال.

السمط scalding

السمط هو أهم جزء في عملية إزالة الشعر وإذا إرتفعت درجة الحرارة أو طال الزمن يتأثر اللحم. وهناك ثلاث طرق للسمط: ١- في تنك من الماء و ٢- بواسطة تدوير ماء يرش على الحيوان و ٣- السمط الفردي في بخار معتدل temperate. وبعد السمط يزال الشعر بواسطة عدد كبير من الفرش الدوارة.

التشييط singeing

يتم التشييط في غرف cabinets النار فيها من بترول أو غاز وفي أحداها تغطى الغرفة من الداخل بالفخار ceramics لعكس طاقة الشعلة وتقليل إستهلاكها. وبعد التشييط يتم الكشط scraping وقد يكون مكنة مبرمجا.

إزالة الجلد/السلخ dehiding

عملية إزالة الشعر كما وصفت أعلاه تستهلك طاقة وماءاً كثيراً وأحد بدائلها السلخ الذي له عدة فوائد منها: ١- عمر أطول للحم على الرف، ٢- جودة أحسن للحم لعدم تسخين الذبيحة أكثر، ٣- إستهلاك أقل للطاقة والماء، ٤- إحتياج لمساحة أرضية أقل، ٥- الجلد الناتج له قيمة إقتصادية. ولكن عيوبها: ١- يلزم شغل أكثر، ٢- التدريج يختلف في ظروفه، ٣- صعوبة أكثر في ختم stamping الذبيحة.

بعض المكن المُطَوَّر
machinery developments

آخر المكن المُطَوَّر هو مكنة تسمى مخلخلة النهاية الدهنية fat-end loosener تستخدم الفراغ في إستخراج الدهن وإستخدامها أدى إلى إرتفاع جودة هذه النهايات من ٧٥-٩٥٪. ومكنة لتقسيم/شق splitting الذبيحة آلياً معطية نصفين وتعقم بين كل ذبيحتين للمحافظة على الظروف الصحية.

التدريج الآلي automatic grading

مراكز التدريج الآلي تدرج وتختم الذبائح آلياً بمعدل ٤٠٠ ذبيحة/ساعة وتبني على أخذ القياسات آلياً فهذا المركز يضع ١٧ مسبرا ضوئياً optical probes والتي تقيس سماكة اللحم والدهن وهي تقيس إنعكاس الضوء أثناء النفاذ في اللحم والدهن وتذهب هذه المعلومات إلى حاسوب الذي يقدر سماكة كل من اللحم والدهن ثم تختم الذبائح آلياً والقطعيات المهمة تختم كل منها وكذلك يتم نقل هذه المعلومات إلى جداول data sheet لتقدير الثمن.

أجزاء الذبيحة الأخرى offal

هى الأجزاء غير الذبيحة فيما عدا الجلد non-carcass

وقد تقسم إلى أجزاء غير ذبيحة بيضاء أو حمراء أو بين أجزاء غير ذبيحة أعضاء أو أجزاء غير ذبيحة عضل.

(Macrae)

والأحمر والأبيض منهما يستخدم للتفرقة مابين المعدة والأمعاء وكل الأجزاء الأخرى أما الأجزاء والعضلات مثل الكبد والكلوة والرئة والطحال والمخ فهى غير ثابتة مثل الأجزاء العضلية مثل الذيل واللسان والحجاب. والجدول (١) يبين بعض هذه الأعضاء وأوزانها فى الحيوانات المختلفة.

جدول (١) أعضاء الأجزاء (غير المأكلة) الأخرى.

النوع	اللون	ضأن		خنزيرى		بقرى	
		غنمى (جم)	ضأنى (جم)	صغير (جم)	مسن (جم)	عجلى (كجم)	بقرى (كجم)
الأعضاء							
معلاق – الكبد	أحمر	٦٠٠-٣٠٠	٧٢٠-٦٥٠	١٢٠٠-٧٠٠	٢٠٠٠-١٢٠٠	٣,٠٠-٠,٧٥	٨,٠٠-٢,٥٠
قلب	" "	١٥٠-٩٠	٢١٥-١٨٠	٢٥٠-١٥٠	٣٠٠-٢٠٠	١,٠٠-٠,٢٥	٢,٠٠-٠,٨٠
رئه	" "	٣٠٠-٢٠٠	٥٠٠-٤٠٠	٨٥٠-٥٠٠	١١٠٠-٧٥٠	١,٥٠-٠,٦٥	٦,٠٠-١,٥٠
مخ	" "	١١٠-٧٥	١٣٠-١٠٠			٠,٢٣-٠,١٥	٠,٣٥-٠,٢٣
التوتة thymus	" "	١٠٠-٥٠				٠,٢٥-٠,٠٣	
الكلوه	" "						
بنكرياس	" "						
المعدة	أبيض						
المعدة الأولى				٦٠٠-٤٥	٨٠٠-٥٠٠		
المعدة الثانية		٥٠٠-٢٥٠	٨٠٠-٥٠٠			١,٥٠-٠,٥٠	١٠,٠-٢,٠٠
المعدة الثالثة (ذات التلافيف)		٤٠٠-٣٠٠	٥٠٠-٤٠٠			١,٠٠-٠,٢٠	٥,٠٠-١,٠٠
المعدة الرابعة (المنفحة)		١٤٠-٨٠	٢٠٠-١٥٠			٠,٧٥-٠,٣٥	٣,٠٠-٠,٧٠
الأجزاء العضلية							
لحم الرأس	أحمر						
الخد	" "	-		١٨٠٠-١٠٠٠	٢٠٠٠-١٥٠٠	٠,٧٠-٠,٣٠	١,٢٠-٠,٧٠
الذيل	" "	-				٠,٦٠-٠,٢٠	١,٢٠-٠,٥٥
الحجاب	" "	-		٢٥٠-١٧٠	٢٨٠-٢٠٠	٠,٦٠-٠,٢٠	١,١٠-٠,٥٥
اللسان	" "	١٠٠-٥٠	١٥٠-٨٠	٢٠٠-١٢٠	٢٢٠-١٥٠	٠,٧٠-٠,١٥	١,٦٠-٠,٧٠
الأقدام	" "	-		٢٨٠-٣٠	٤٠٠-٣٠٠	٠,٤٠-٠,٢٠	
الأذن	" "	-		٣٠٠-١٠٠	٥٠٠-١٠٠		

الكبد

هى أكبر الأعضاء ولونها يتراوح مابين أحمر خفيف إلى بنى أحمر غامق وأحياناً أسود فى الحيوانات الكبيرة. وتفصل الصفراء وقناتها عن الكبد. وتتكون الكبد من خلايا متخصصة مع شبكة أوعية أنبوبية وقنوات مبطنة بالبشرة بين الخلايا وتحفظ الخلايا مع بعضها بشبكة من النسيج الضام. وتتأثر نكهة وقوام الكبد بنوع وسن الحيوان وهى أخف فى اللون فى الحيوانات الصغيرة عنها فى الكبيرة ولها نكهة رقيقة وأطرى.

القلب

يقطع ويفصل عن الرئة ويزال بقايا الأورطى وأوعية الرئة وتغسل لإزالة كتل الدم وأنسجتها المشبعة.

اللسان

تتكون من فصل اللسان مع الجذور متصلة ويزال المرىء. والنصل عضلات هيكلية وأنسجة ضامة مغطاه بغشاء المبشرة المخاطى.

المخ

يزال المخ من فجوة الدماغ مع ترك الجلد الخارجى ويزال الغشاء عند طبخ المخ وهو غير مدعم بنسيج ضام ولذا فهو طرى ورقيق القوام.

بنكرياس العجل أو الحمل sweet bread

هو التوتة thymus ولايحصل عليه إلا من الحيوانات الصغيرة وهو يجمع فى جزئين ولو أنه غدة واحدة والجزء الرئيسى يسمى (خبز الرقبة) neck bread يوجد فى الرقبة والجزء الآخر يوجد فى فراغ الصدر قريب من القلب ويسمى خبز القلب heart bread. وينقع فى الماء لإزالة الدم ويسلق لتماسك القوام ويزال الجلد لازالة الكبسولة قبل أن يوضع للمائدة.

الكلى

الكلى محتواه فى كبسولة من الدهون وتبقى فى الذبيحة بعد إزالة الأحشاء. والطريقة أن تزال كبسولة الدهن والأنسجة الضامة. وهى تتكون من ثنيات كلوية وأوردة صغيرة وشرايين ويوجد كبسولة ليفية من نسيج ضام حول الكبد تزال قبل أن تطبخ الكلى.

أقدام الخنزير

الجزء المأكلة من أقدام الخنزير هى الدهن والعضل والأنسجة الضامة. والطبخ الكامل المطول يطرى ويجلتن جزئياً الأ[illegible]ـة الكولاجينية ويجعل اللحم أطرى.

ذيل الثور oxtail

تتكون من فقرات الذيل مع مايرتبط بها من عضل هيكلى ونسيج ضام ودهن.

الكرشة tripe

تعمل من أى من الأمعدة الأربع للماشية والخراف. والسطح الداخلى للخنزير له حليمات معبأة وكثيفة والمعدة الثانية reticulum لها أضلع ridges

وثنيات منفتحة فى الجدار وهذه مغطاه بعضل ناعم ولاتغطى بحليمات. والمعدة الثالثة لها جدار داخلى فى شكل ثنيات عميقة مثل صفحات الكتاب. وهى لها نكهة رقيقة وقوام رقيق إلا أنها لاتستخدم لعدم كفاية التنظيف بين الطيات وقد تغسل وتبيض بواسطة يد٫أ.

والكرشة عادة خشنة بسبب محتوى النسيج الضام وهى تحتوى ٣٥جم من الكولاجين لكل ١٠٠جم بروتين وتحتاج إلى طبخ طويل متصل لتطريتها. والكرشة تعامل بالصودا الكاوية ولها جـيد ٧-٩ مما يزيد من الإحتفاظ بالماء ويساعد على تطرية الكرشة.

معدة الخنزير maw

يشبه المعدة الرابعة للحيوانات المجترة وهو يفصل من بقية الأعضاء ويفتح وبعد التنظيف يسلق فى الماء على حوالى ٩٠°م لإزالة تبطين الغشاء المخاطى. وهو كالمعدة الرابعة abomusum يتكون من جدار من عضل ناعم ونسيج ضام مع بطانة داخلية لبشرة تخينة وغشاء مخاطى.

إستخدام أجزاء غير الذبيحة

هذه الأعضاء تجمد أو تبرد أو تحفظ تحت فراغ والمجمدة (-١٨°م) لها عمر رف ٦ أشهر والمبردة ٢-٣ يوم. والذيل واللسان والقلب والكلوة والكبد المعبأ تحت فراغ له عمر رف على الأقل ٣ أسابيع على ١°م.

وتستخدم على المائدة أو فى السجق والبانيه. والمخ والتوته والخصى تنقع فى ماء بارد لإزالة الدم وتحسين اللون ثم تسلق بغمرها فى ماء ساخن لفترة قصيرة لتماسك القوام قبل أن تطبخ أما الكبد والكلى فتنقع لنضج النكهة القوية وتطبخ بغمرها فى ماء ساخن لإزالة الغشاء المخاطى ولتطرية الأنسجة الضامة ويطبخ اللسان ثم يزال الجلد السميك من البشرة من على نصل اللسان. ودستور الأغذية الدولى لايسمح إلا بالـ :

١- البلوبيف canned beef: يمكن إستخدام لحم القلب فقط.

٢- لحم اللنشيون luncheon meat: قد تحتوى جميع الأجزاء ماعدا الرئة والتى جمعت من حيوانات غمست فى ماء ساخن. وفقط القلب واللسان يسمح بهما بدون رابط.

٣- لحم مقطع معالج مطبوخ
cooked cured chopped meat
فقط القلب واللسان يسمح بها فى المنتجات التى لاتحتوى رابط.

والباقى يصنع من دهن الماشية tallow وجريش اللحم أو تستخدم كغذاء لحيوانات التدليل حيث تعلب ويستخرج منها الأنسولين وأيضاً الرينيت من معدة العجل.

الأهمية الغذائية

الجداول ٢ ، ٣، ٤ تعطى تركيب الأجزاء الأخرى. وكل هذه الأجزاء ماعدا اللسان والكرشة تحتوى كوليسترول أكثر من اللحم والمخ غنى فى الكوليسترول.

جدول (٣): التكوين التقريبي للأجزاء الأخرى (فى كل ١٠٠ جم من المادة المأكلة)

الجزء	الماء (جم)	البروتين (جم)	الدهن (جم)	الكربوايدرات (جم)	الطاقة (كيلوجول)
المخ	٧٨.٩	١٠.٢	٨,٨	صفر	٥١٥
القلب	٧٦,٦	١٧,٠	٤,٥	١,١	٤٨٩
الكلوة	٧٨,٩	١٦.٢	٣,١	١,٠	٤٢١
الكبد	٧١,٤	١٩,٥	٤,٢	٣,٦	٥٦٤
الرئه	٧٩,٨	١٥,٨	٢,٥	صفر	٣٧٨
البنكرياس	٦٩.٧	١٦.٠	١٣,٧	صفر	٨٠٣
الطحال	٧٨,٠	١٧,٩	٢,٧	صفر	٤٢٣
اللسان	٦٧.٩	١٦.٠	١٤,٠	١,٤	٨٣٨
قوانص الدجاج	٧٤,٨	١٨,٠	٤,٧	١.٥	٥٢٥
ذيل الثور	٧٢,١	١٨,٧	١٨.٥	صفر	١٠٠١
الكرش (بقر)	٨١,٤	١٤.٦	٤,٠	صفر	٤٠٩
قدم الخنزير	٩٨,٣	٢٢,١	١٨,٨	صفر	١١٠٥

جدول (٣): تكوين الأحماض الدهنية لأعضاء البقر والحمل والعجل الخام الأخرى

(نسبة مئوية من الأحماض الدهنية الكلية)

العضو		دهن مشبع (الكلى)	دهن وحيد عدم التشبع (الكلى)	عديد عدم التشبع								
				الكلى	٢:١٨	٣:١٨	٣:٢٠	٤:٢٠	٥:٢٠	٤:٢٢	٥:٢٢	٦:٢٢
مخ الحمل		٤٩,٥	٢٧,٢	٢٣,١	٠,٨	صفر	١,٣	٥,٤	صفر	٢,٨	١.٨	١١,٠
	بقر	٤٨,٧	٢٧,٧	٢٣,٣	١٣,٤	١.٨	١,٠	٤.٨	١.٣	صفر	١,٠	صفر
قلب	عجل	٤٧,١	٣٣,٧	١٩,١	١٠,١	٢,١	٠,٧	٤,٠	١,١	صفر	١,١	صفر
	حمل	٥٢,٩	٣٣,٢	١٤,١	٦,٤	٣,١	٠,٣	٢,٠	٠,٩	صفر	٠,٧	٠,٧
	بقر	٥١,٥	٣٠,٣	١٨,٦	٦,٩	١,٩	٠.٦	٥,٣	١,٤	صفر	٢,٠	٠,٥
كلوة	عجل	٤٩,٣	٣٣,٧	١٧,٤	٥,١	٢,٦	٠,٥	٤,٧	٢,١	صفر		٠,٧
	حمل	٤٥,٦	٢٨,٦	٢٥,٥	١٠,٠	٤,١	صفر	٥,٩	٢,٤	صفر	١,٠٠	١,٣
	بقر	٤٤,٣	٣٢,٧	٢٢,٧	٤,٧	٤,٣	١,١	٣,٨	٢,٥	صفر	٤,٧	١,٦
كبد	عجل	٤٥,٣	٢٨,٤	٢٦,٠	٧,٠	٢,٨	٢,٢	٥,٠	٢,٠	٠,٦	٤,٥	١,٩
	حمل	٣٩,٩	٣٦,٧	٢٢,٧	٧,٣	٦,٤	صفر	٢,٥	١,٥	صفر	٢,٥	٢,٥
لسان	بقر	٤٩,٩	٤٤,٢	٥,٩	٢,٧	٢,٠	٠,٢	٠,٥	٠,١	صفر	٠,٤	صفر
	حمل	٤١,٣	٥٢,٧	٦,٦	٣,٠	٣,٢	صفر	٠,٤	صفر	صفر	صفر	صفر
ذيل الثور		٤١,٣	٥٥,٠	٣.٨	١,٤	١.٨	صفر	٠,٢	صفر	صفر	٠.٤	صفر
كرشه (بقر)		٥٠,٩	٤٣.٥	٥,٤	١,٧	١.٧	٠,١	٠,٨	٠,٣	صفر	٠,٨	صفر

جدول (٤): محتوى المعادن والفيتامينات والكوليسترول (فى كل ١٠٠ جم)

العضـــو		حديد مجم	خارصين مجم	نحاس مجم	ثيامين مجم	ريبوفلافين مجم	حمض نيكوتينيك مجم	فيتامين ب٦ مجم	فيتامين ب١٢ ميكروجرام	حمض فوليك ميكروجرام	حمض بانتوثنيك مجم	حمض اسكوربيك مجم	مكافئ ريتينول ميكروجرام	كوليسترول مجم
مخ العجل		٢,١	١,١	٠,٢	٠,١٠	٠,٣	٤,٣	٠,٢٨	١٢	٣	٢,٧	١٤	صفر	١٥٩٠
قلب	البقر	٤,٨	٢,٢	٤,٠	٠,٣٢	٠,٩	٧,٩	٠,٣٣	١٤	٣	٢,٤	٧	صفر	١٤٠
	الحمل	٤,١	٢,٠	٠,٥	٠,٤٣	١,٠	٦,٥	٠,٣٤	٩	٢	٢,٦	٦	صفر	١٣٨
كلوة	البقر	٦.٦	١,٩	٠.٥	٠,٣٨	٢,٤	٧,٠	٠,٤٢	٢٩	٧٩	٣,٤	١٠	٢٠٧	٣٤٣
	الحمل	٦,٩	٢,٣	٠,٤	٠,٤٥	٢,٨	١٠,٩	٠,٢٦	٥٤	٣٠	٤,٣	١١	٩٨	٣٦٩
	الخنزير	٥,٧	٣,٨	٠,٧	٠,٣٣	١,٨	٧,٩	٠,٣٥	١١	٤٢	٣,١	١٤	١١٠	٣٦٥
كبد	البقر	٦,٩	٤,٠	٢,٩	٠,٢٥	٣,٠	١٣,١	٠,٨٩	٩٠	٢٨٩	٧,٩	٢٣	١٣٦٣٠	٣١٢
	عجل	٦,٣	٥,٩	٨,٤	٠,٢٠	٢,٥	١٢,١	٠,٦٤	٧٤	٤٤١	٥,٧	٢٠	٩٥٢٢	٣٤٠
	حمل	٨,٤	٤,٣	٧,٩	٠,٣١	٣,٥	١٥,٢	٠,٦٦	٨٧	٢٢٥	٧,٢	٧	١٣٦٥٥	٤٠١
	خنزير	٢٢,٢	٦,٤	١,٧	٠,٣٠	٣,٠	١٥,١	٠,٦٩	٢٦	١٦١	٦,٦	١٩	٧٨٤٨	٢٨١
	دجاج	٩,١	٣,٣	٠,٥	٠,٢٥	٢,٤	٩,٨	٠,٥٨	٤٠	٦٦٤	٦,٢	٢٩	٧٧٣٣	٤١٠
رئة بقر		٨,٠	١,٦	٠,٣	٠,٠٥	٠,٢	٤,٠	٠,٠٤	٤	١١	١,٠	٣٩	١٤	٢٤٢
طحال بقر		٤٤,٦	٢,١	١,٢	٠.٠٥	٠,٤	٨,٤	٠,٠٧	٦	–	–	٤٦	صفر	٢٦٣
توتة حمل		٢,٠	١,٩	٠,٢	٠,٠٣	٠,٣	٣,٧	٠,٠٥	٦	١٣	١,٠	١٨	صفر	٢٦٠
لسان	بقر	٤,٠	٣,٢	٠,٣	٠,١٢	٠,٤	٥,٣	٠,٢٥	٥	٧	٣,٨	٣	صفر	٨٣
	حمل	٢,٥	٢,٥	٠,٤	٠,١٦	٠,٤	٤,٠	٠,١٨	٧	٤	١,٠	٧	صفر	١٦٨
كرشة بقر		١,٣	٢,٠	٠,١	آثار	٠,١	٠,١	آثار	١	٢	آثار	٣	صفر	٩٥
قوانص الدجاج		٥,٧	٣,٤	٠,٢	٠,٠٩	٠,٩	٦,٥	٠,٣٩	١٠	٣١١	٣,٠	١٥	٢٧٦٦	٢٤٩

الملوثات

الزرنيخ والكادميوم والرصاص والزئبق تتجمع فى الكبد والكلوة التى تعمل كمرشح ومستوى الزرنيخ يتأثر بالتناول ونوع الحيوان والسن

والكادميوم تعلو نسبته فى الكلوة عن الكبد والرصاص يزيد مع السن فى الكبد والكلى والزئبق تتوقف نسبته فى الأنسجة على تركيبه الكيماوى وعلى الجرعة ومدة التعرض والنوع. وهناك ملاحظة قومية فى كل بلد للتأكد من أن نسبة المواد السائدة التى تتجمع فى الكلى مقبولة ومأمونة.

منتجات الأغذية المحتوية على الأجزاء الأخرى (غير الذبيحة)

سجق الكبد والبانيه والتاجوت faggets والهاجى haggis وهذه المنتجات بها نسب عالية من البروتين والفيتامينات والمعادن بنسب نسبة الكبد الداخلة فيها. فسجق الكبد والبانيه تحتوى حتى ٤٠٪ دهن والتاجوت والهاجى (منتج إسكتلندى) تحتوى ١٥٪ كربوايدرات والبودنج الأسود مخلوط من الدم والدهن وجريش الشوفان وبه نسبة عالية من الحديد.

جزر/اصطفلين carrot

أنظر: اصطفلين

جزر أبيض parsnip

الإسم العلمى:

Pastinaca sativa (hortensis)

الفصيلة/العائلة:الخيمية Umbelliferae (carrot)

(Everett)

بعض أوصاف:

يوجد فى أوروبا وحوض البحر الأبيض المتوسط منذ أيام الرومان وله رائحة خاصة وسيقان جوفاء مجعدة furrowed وأوراق بسيطة ريشيه مع وريقات بيضية ovate فخصصة ومسننة والأزهار توجد فى شكل مظلة umbel.

وهو يحتاج إلى وقت طويل للنمو (٣-٤) أشهر والجزء المأكلة هو الجذور الوتدية وإذا تركت فى الأرض ولأنه محصول شتوى فإن درجة الحرارة المنخفضة تحسن من نكهتها بتشجيع تحول النشا إلى سكر ويمكن الوصول إلى نفس النتيجة إذا خزنت بعد الحصاد لمدة أسبوعين أو أكثر على ٢°م. (Ensminger , Narrison)

الإختيار والمعاملة (Ensminger)

أحسن جودة هى فى الجزر الأبيض الناعم المتماسك النظيف المكون جيداً الصغير إلى متوسط الحجم فالطرى والمترهل والمنكمش عادة غير جيد وليفى أو يكون قد [illegible] الفساد فيه

والجزر الأبيض الصغير يمكن إزالة قشرته بسهوله بالإحتكاك أما الزائد فى العمر فيحتاج إلى غلى لمدة ١٠ ق. وقد يحتاج الأمر [illegible] إزالة قلبة الجشب.

ويطبخ الجزر الأبيض ويعمل هريس purée مع اللبن أو الزبد وبعض التوابل أو يهرس ويشكل ككيكات ويحمر أو يعمل شرائح ويحمر كالبطاطس أو يقدم بارداً مع توابل وصلصات أو يقند أو يغطى بطبقة لامعة glazed بالغلى simmering مع الزبد أو المرجرين والعسل أو السكر البنى وبعض التوابل

أو يضاف إلى الخضروات الأخرى فى الطبخ أو يعمل شرائح ويقدم ساخناً مع الزبد أو المرجرين مع ملح وفلفل. كما أن نسبة السكر به تسمح بتحضير نبيذ منه.
(Stobart)

القيمة الغذائية

كل ١٠٠ جم منه بها ٧٩,١ رطوبة وتعطى ٧٦,٠ سعراً وبها ١,٧ جم بروتين، ٠,٥ جم دهن، ١٧,٥ جم كربوايدرات، ٢,٠ جم ألياف، ٥٠,٠ مجم كالسيوم، ٧٧,٠ مجم فوسفور، ١٢,٠ مجم صوديوم، ٤٥,٦ مجم مغنيسيوم، ٥٤١,٠ مجم بوتاسيوم، ٠,٧٠ مجم حديد، ٠,١١ مجم زنك، ٠,١٠ مجم نحاس، ٣٠,٠ وحدة دولية فيتامين أ، ١,٠٤جم توكوفيرول، ١٦,٠ مجم فيتامين ج، ٠,٠٨ مجم ثيامين، ٠,٠٩ مجم ريبوفلافين، ٠,٢٠ مجم نياسين، ٠,٦٠ مجم حمض بانتوثينيك، ٠,٠٩ مجم بيرودوكسين، ٦٧,١١ مجم حمض فوليك، ٠,١٣ مجم بيوتين. (Ensminger)

والأسماء (Stobart)

بالفرنسية panais وبالألمانية Pastinak(e), Pastinak wurzel وبالإيطالية pastinaca وبالأسبانية chirivia.

جزع

لحم مجزع	marbled meat

إن التجزيع فى اللحم marbling يقصد به وجود دهن مع اللحم الأحمر lean وفى الحيوانات الصغيرة نسبة الدهن مع اللحم منخفضة خاصة بالنسبة للتجزيع والدهن يعمل على تطرية اللحوم حيث عند إنصهاره فى الطبخ ينفذ خلال الأنسجة ويساعد فى فصل الألياف fibers عن بعضها بحيث يسهل قطعها وسحقها crush. ويدخل التجزيع فى تقدير جودة الذبيحة carcass إذ يعمل على زيادة الإستساغة بزيادة العصيرية والنكهة والطراوة.
(Ensminger , McGee)

أنظر: لحم و لحم كل نوع على حده

جسأ

جسوء	rigidity

الشئ الجاسىء rigid هو الشئ المتماسك جداً فى التكوين أو التركيب وينقصه المرونة flexibility وسهولة الإنثناء pliant فهى خاصية أو حالة مقاومة التغير فى الشكل.
(Webster , McGraw-Hill, Dic.)

جسوء رمى	rigor mortis

أنظر: جزر/ذبح/ذكّى/نحر

جسد

الجساد	coagulated blood

أنظر جل، دم

جَسُم

الجسم/الجسد	body

أنظر: بَدَن ، بدانة

جسم مضاد antibody

أى جزىء بروتينى يكونه جهاز المناعة ويتفاعل تفاعلاً متخصصاً مع المستضاد/مولد الضد antigen الذى عمل على تخليقه وكل الأجسام المضادة جلوبينات مناعة immunoglobulins.
(Becker)

المستضاد/مولد الضد antigen

أى مادة تستطيع فى الفقريات vertebrate host تكوين جسم مضاد متخصص أو تكوين مجموعة من الكريات اللمفية (أو البلغمية) lymphocytes تتفاعل مع تلك المادة. والمستضادات antigens يمكن أن تكون بروتينات أو كربو ايدرات أو دهون أو أحماض نووية أو تحتوى على مكونات من أحد أو كل هذه المواد أو مجموعات كيماوية عضوية أو غير عضوية مرتبطة attached ببروتين أو أى جزىء كبير macromolecule. ولتكون جزىء أى مادة كمستضاد antigen فى جسم ما فإن ذلك يتوقف على كون هذه المادة غريبة عنه وأيضاً على التكوين الوراثى لهذا الجسم host وكذلك على الجرعة والحالة الطبيعية physical للمستضاد antigen.

جسيم particle

١-أ- أى جزىء صغير أو وحدة من المادة مثل جزىء أو ذرة وإختار الكيمائيون الجزىء الغرامى mole كوحدة تحتوى ٦,٠٢ × ١٠^٢٣ جسيماً.

١-ب- جسيم عنصرى elementary أو تحت ذرى subatomic

٢- كتلة مادة صغيرة minute ولو أن لها قصور ذاتى inertia وجاذبية attraction فإنها تعامل كنقطة بدون طول أو عرض أو سمك.
(Hammond)

مكنة عمل جسم (العلبة) body maker

أنظر: (علب)

جشب

جَشِب tough

أ- ماتتصف به مادة ما من حيث كون قوامها قوى ومتماسك ولكن مرن flexible وغير قَصِف brittle فيخضع للقوة force بدون كسر.

ب- ليس من السهل مضغه أو علكه masticate.
(Webster)

جعضيض/ثغاف sow thiole

الإسم العلمى: *Sonchus*

الفصيلة/العائلة: المركبة Compositae (dais...)

بعض أوصاف:

يوجد حوالى ٥٠ نوعاً .sp منها حـ... ات لها عصير لبنى أو أعشاب دائمة أو تحـ... عنبات subshrubs توجد فى أوروبا وآسيا وأفريقيا وجزر الأطلنطى.

وكل أوراقها قاعدية basal أو متبادلة alternate والأحرف عادة مسننة أو مفصصة lobed. ورؤوس الازهار صفراء عادة فى عناقيد. والثمار التى تشبه البذور بها شعيرات.
(Everett)

ومنها: S. arvensis S. oleraceus
وقد أستخدمت فى الطب والسلطات وأجزاؤها الخضراء foliage تحبها الأرانب. والخنازير تأكل الجذور السميكة.

جعا

الجعة/البيرة **beer**

أنظر: بيرة

جف

جفد – تجفيد: أنظر: بعد تجفيف

تجفيف **dehydration or drying**

(Hui)

يعرف التجفيف بأنه استخدام الحرارة تحت ظروف مضبوطة لإزالة معظم الماء الموجود طبيعيا فى الغذاء بالتبخير (أو فى حالة التجفيد بالتسامى). وهذا التعريف يخرج وحدات التشغيل unit operations التى تزيل الماء من الغذاء (مثل الفصل الميكانيكى mechanical separation والتركيز بإستخدام الأغشية membrane concentration، والتبخير evaporation، والخبز baking).

ويهدف التجفيف إلى إطالة عمر الرف shelf life للأغذية عن طريق خفض نشاط الماء وهذا يثبط نمو الكائنات الدقيقة والإنزيمات ولكن درجة حرارة الناتج لاتسبب وقف النشاط inactivation. ويؤدى النقص فى الوزن وحجم الغذاء bulk إلى خفض تكاليف النقل والتخزين ويسمح فى حالة بعض الأغذية بتوفير أشكال أكثر ومنتجات أكثر ملائمة convenience. ولكن التجفيف ينتج عنه أيضا تدهور فى الجودة الأكلية eating quality والقيمة الغذائية nutritive value ومن هنا فإن تصميم وتشغيل أجهزة التجفيف يهدف إلى تقليل هذه التغيرات بإختيار ظروف التجفيف المناسبة لكل غذاء على حده. ومن أمثلة الأغذية المجففة الهامة السكر والبن واللبن والبطاطس والدقيق بما فى ذلك مخاليط الخبز baking mixes وأنواع البقول والحبوب والمكسرات (الجوزات) ومنتجات حبوب الإفطار والشاى والتوابل.

ويعبر عن محتوى الرطوبة فى الأغذية إما على أساس الوزن الرطب wet-weight basis وهو:

$$م = \frac{\text{كتلة الماء}}{\text{كتلة الغذاء}} \times ١٠٠$$

$$= \frac{\text{كتلة الماء}}{\text{كتلة الماء + المواد الصلبة}} \times ١٠٠$$

أو على أساس الوزن الجاف dry-weight basis وهو:

$$م = \frac{\text{كتلة الماء}}{\text{كتلة المواد الصلبة}} \times ١٠٠$$

قياسات درجة حرارة ورطوبة الهواء :
psychrometrics

إن مقدرة الهواء على إزالة الرطوبة من الغذاء تتوقف على درجة الحرارة ومقدار الماء الموجود فى هذا الهواء. ويعبر عن محتوى بخار الماء فى

الهواء إما بالرطوبة المطلقة absolute humidity (كتلة بخار الماء/وحدة الهواء الجاف، كجم/كجم) وتسمى محتوى الرطوبة moisture content. أو بالرطوبة النسبية relative humidity (ر.ن. R.H.) (نسبة ضغط بخار الماء الجزئى فى الهواء إلى ضغط بخار الماء المشبع عند نفس درجة الحرارة مضروبة فى ١٠٠).

فدراسة العلاقات بين درجة الحرارة ورطوبة الهواء تسمى psychrometry. وتوضع هذه الخواص على خريطة chart تسمى خريطة علاقة درجة الحرارة والرطوبة psychrometric chart (شكل١). وتسمى درجة حرارة الهواء - والتى تقاس ببصلة bulb مقياس درجة الحرارة/ترمومتر - بدرجة حرارة الترمومتر الجاف dry-bulb thermometer. فإذا كانت بصلة الترمومتر محاطة بقماش مبلل فإن حرارة heat تزال بتبخر الماء من القماش وتنخفض درجة الحرارة وتسمى درجة الحرارة المنخفضة هذه درجة حرارة الترمومتر المبتل wet-bulb thermometer. ويستخدم الفرق فى درجتى الحرارة فى معرفة الرطوبة النسبية relative humidity للهواء على خريطة علاقة درجة الحرارة والرطوبة psychrometric chart. وإرتفاع درجة حرارة الهواء أو إنخفاض الرطوبة النسبية (ر.ن) يسبب تبخر أسرع للماء من السطح المبتل محدثاً إنخفاضاً أكبر فى درجة الحرارة. ودرجة الحرارة التى يصبح عندها الهواء مشبعاً بالرطوبة تسمى نقطة الندى dew point (١٠٠٪ ر.ن). والخطوط المستقيمة المتوازية المائلة sloping عبر الخريطة تسمى خطوط التبريد المعزول adiabatic cooling lines وهى تظهر كيف أن الرطوبة المطلقة absolute humidity تنخفض بإرتفاع درجة حرارة الهواء.

إستخدام خريطة علاقة درجة الحرارة والرطوبة use of psychrometric charts

السؤال :

إحسب من الخريطة:

١- الرطوبة المطلقة للهواء التى لها ٥٠٪ رطوبة نسبية (ر.ن) ودرجة حرارة ترمومتر جاف ٦٠°م.

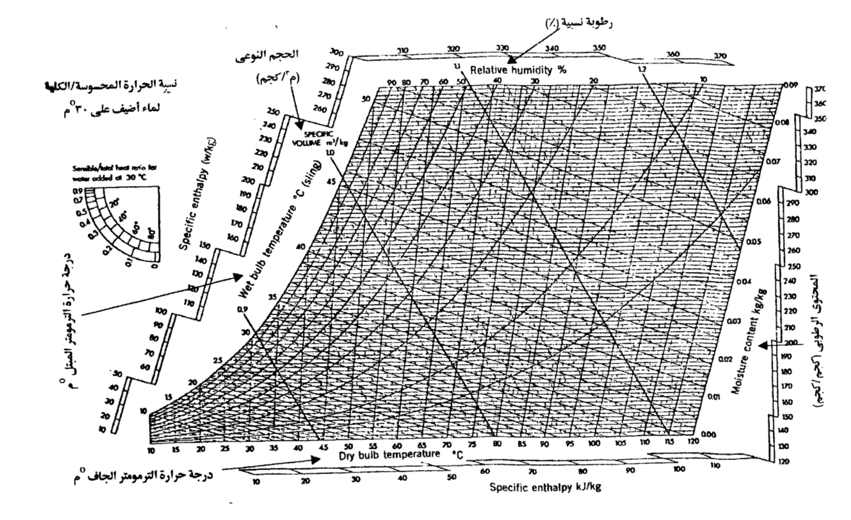
الحل: أوجد نقطة تقاطع خطى ٦٠°م و٥٠٪ ر.ن ثم تتبع الخريطة (المنحنيات) إلى اليمين بقراءة الرطوبة المطلقة - تجدها ٠,٠٦٨ كجم/كجم هواء جاف.

٢- ماهى درجة حرارة الترمومتر المبتل تحت هذه الظروف.

الحل: من نقطة تقاطع خطى ٦٠°م و٥٠٪ ر.ن. مد خطاً إلى اليسار موازياً لخطوط درجات حرارة الترمومتر المبتل وأقرأ درجة الحرارة تجدها ٤٧,٥°م.

٣- الرطوبة النسبية (ر.ن) لهواء درجة حرارة الترمومتر المبتل له ٤٥°م ودرجة حرارة الترمومتر الجاف ٧٥°م.

الحل: إوجد نقطة التقاطع للخطين ٤٥°م ترمومتر مبتل، ٧٥°م ترمومتر جاف ثم تتبع خط ر.ن. المائل إلى أعلا لتقرأ الرطوبة النسبية (ر.ن) تجدها ٢٠٪.



شكل (١): خريطة علاقة درجة الحرارة والرطوبة (١٠–١٢٠°م) على أساس أن الضغط البارومترى = ١٠١,٣٢٥ كيلوباسكال.

٤- نقطة الندى لهواء بُرِدَ معزولاً عن الحرارة من درجة حرارة ترمومتر جاف على ٥٥°م ، ٣٠٪ ر.ن.
الحل: إوجد نقطة تقاطع خطي ٥٥°م ترمومتر جاف، ٣٠٪ ر.ن. ثم تتبع خط درجة حرارة الترمومتر المبتل إلى اليسار حتى تصل إلى ر.ن. ١٠٠٪ تجد نقطة الندى هي ٣٦°م.

٥- التغير في ر.ن لهواء درجة حرارة الترمومتر المبتل له هي ٣٩°م . يُسخن من درجة حرارة ترمومتر جاف ٥٠°م إلى درجة حرارة ترمومتر جاف ٨٦°م.
الحل: إوجد نقطة تقاطع خطي ٣٩°م ترمومتر مبتل مع ٥٠°م ترمومتر جاف وتتبع الخط الأفقي إلى نقطة التقاطع مع درجة حرارة ترمومتر جاف ٨٦°م. ثم إقرأ نقطتي تقاطع خطي ر.ن. المائلين عند كل من نقطتي التقاطع. تجدهما ٥٠-١٠٪ وهذا يمثل التغير في الهواء عند تسخينه قبل دفعه فوق الغذاء.

٦- التغير في ر.ن لهواء درجة حرارة الترمومتر المبتل له ٣٥°م بُرِدَ معزولاً عن الحرارة من درجة حرارة ترمومتر جاف ٧٠°م إلى درجة حرارة ترمومتر جاف ٤٠°م.
الحل: إوجد نقطة تقاطع خط درجة حرارة ترمومتر قبل ٣٥°م مع خط درجة حرارة ترمومتر جاف ٧٠°م وتتبع خط درجة حرارة الترمومتر المبتل إلى اليسار حتى نقطة التقاطع مع خط درجة حرارة ترمومتر جاف ٤٠°م. إقرأ الخط المائل للرطوبة النسبية عند نقطتي التقاطع لدرجة حرارة ترمومتر جاف ٧٠°م ، ٤٠°م، تجدهما ١٠-٧٠٪. وهذا يمثل التغير في الهواء المستخدم لتجفيف الغذاء فالهواء يبرد ويصبح أكثر رطوبة عندما يأخذ الرطوبة من الغذاء.

نشاط الماء

أنظر: بالول/بلال/ماء (نشاط الماء)

آليات التجفيف
mechanism of drying

عندما يدفع/ينفخ blown هواء ساخن على غذاء مبتل wet تنتقل الحرارة إلى السطح وتعمل الحرارة الكامنة للتبخر latent heat of vaporization على تبخير المياه. وينتشر بخار الماء خلال فلم من الهواء ويحمل مع الهواء المتحرك وينتج عن ذلك منطقة فيها ضغط بخار ماء أقل عند سطح الغذاء ويتكون بالتالي تدرج/إختلاف gradient في ضغط بخار الماء بين داخل الغذاء الخَضِل moist والهواء الجاف. وهذا التدرج/الإختلاف يعطي ... الدافعة لإزالة الماء من الغذاء.

(Hui)

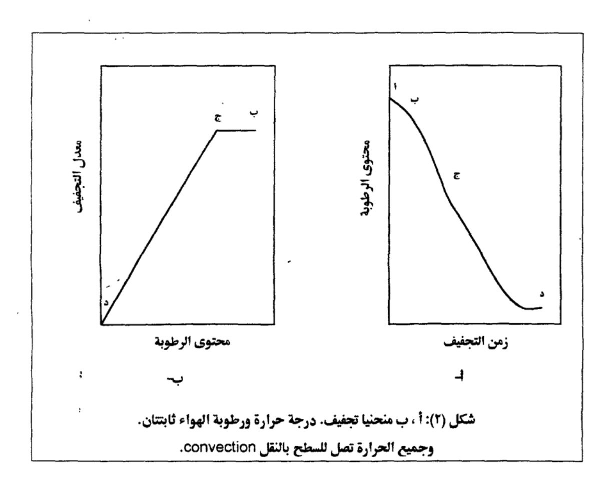
ويتحرك الماء إلى السطح بتأثير:

١- تحرك السائل بواسطة القوى الشعرية.
٢- إنتشار السوائل بسبب الإختلاف في تركيزات المواد الذائبة solutes في مناطق الغذاء المختلفة.
٣- إنتشار السوائل التي تمتز adsorbed في طبقات على سطوح المكونات الصلبة للغذاء.

٤- إنتشار بخار الماء في الفراغات الهوائية air spaces داخل الغذاء بسبب التدرجات/الإختلافات gradients في ضغط البخار.

والأغذية إما مسترطبة hygroscopic أو غير مسترطبة non-hygroscopic. والأغذية المسترطبة يتغير فيها ضغط بخار الماء مع تغير محتوى الرطوبة بينما الأغذية غير المسترطبة لها ضغط بخاري ثابت عند محتويات الرطوبة المختلفة. ويعرف الفرق بإستخدام خطوط الإمتصاص (الماء) التحاررية sorption isotherms.

وعند وضع الغذاء في المجفف تمر فترة إستقرار قصيرة مبدئية فيها ترتفع درجة حرارة السطح إلى درجة حرارة الترمومتر المبتل أب ثم يبتدىء التجفيف ويبقى سطح الغذاء مبتلاً طالما يتحرك الماء من داخل الغذاء بنفس سرعة تبخره من السطح. وتعرف هذه الفترة بإسم فترة المعدل الثابت constant-rate period وتستمر في الوصول إلى محتوى رطوبي حرج معين ب ج (شكل ٢- أ، ب).



شكل (٢): أ ، ب منحنيا تجفيف. درجة حرارة ورطوبة الهواء ثابتتان.
وجميع الحرارة تصل للسطح بالنقل convection.

ولكن من الوجهة العملية فإن المساحات المختلفة على سطح الغذاء تجف على معدلات مختلفة وعموماً ينخفض معدل التجفيف تدريجياً أثناء فترة المعدل الثابت. وعلى ذلك فإن النقطة الحرجة critical point لاتكون ثابتة لغذاء معين وتتوقف على مقدار الغذاء فى المجفف وعلى معدل التجفيف drying rate. ولنجاح التجفيف فى فترة المعدل الثابت فإن الهواء يجب أن يتميز بـ :
١- درجة حرارة ترمومتر مبتل متوسطة الإرتفاع moderately high. ٢- رطوبة نسبية (ر.ن) منخفضة. ٣- سرعة هواء مرتفعة. ويعمل فلم الهواء المحيط بالغذاء كمانع لإنتقال كل من الحرارة وبخار الماء أثناء التجفيف. وتحدد سرعة الهواء velocity وسماكة هذا الفلم فإذا كانت السرعة منخفضة جداً فإن بخار الماء يترك سطح الغذاء ويزيد من رطوبة الهواء المحيط مسبباً خفض فى تدرج gradient ضغط بخار الماء وفى معدل التجفيف. وبالمثل إذا إنخفضت درجة حرارة الهواء المُجَفِفْ drying air أو إرتفعت نسبة الرطوبة فإن معدل التبخير يقل ويبطوء التجفيف.

وعندما ينخفض محتوى الرطوبة فى الغذاء تحت محتوى الرطوبة الحرج فإن معدل التجفيف ينخفض ببطء حتى يقرب من الصفر عند توازن المحتوى الرطوبى (أى أن الغذاء يصبح متوازناً مع هواء التجفيف) ويعرف هذا بإسم فترة المعدل النازل falling-rate period. والأغذية غير المسترطبة non-hygroscopic لها فترة معدل نازل واحدة ج-د (شكل ٢- أ،ب) بينما الأغذية المسترطبة لها فترتا معدل نازل وفى الفترة الأولى فإن التبخر يتحرك داخل الغذاء وينتشر الماء خلال المواد الصلبة الجافة إلى الهواء المُجَفِف وتنتهى هذه الفترة عندما يصل التبخر إلى مركز الغذاء وينخفض من الضغط الجزئى للماء أقل من ضغط بخار الماء المشبع. والفترة الثانية تكون عندما يصبح الضغط الجزئى للماء أقل من ضغط البخار المشبع ويكون التجفيف فى هذه الحالة بفك الإمتصاص desorption.

وفى أثناء فترة المعدل النازل فإن معدل تحرك الماء من داخل الغذاء إلى السطح ينخفض إلى أقل من معدل تبخر الماء إلى الهواء المحيط. ولذا فإن السطح يجف dries out وهذه عادة أطول فترة فى عملية التجفيف. وفى بعض الأغذية مثل تجفيف الحبوب حيث أن محتوى الرطوبة الأصلى (المبدئى) أقل من محتوى الرطوبة الحرج فإن فترة المعدل النازل هى الجزء الوحيد من منحنى التجفيف الذى يمكن ملاحظته. وأثناء فترة المعدل النازل تتغير العوامل التى تضبط control تغيرات معدل التجفيف. فى المبدأ تكون العوامل الهامة مشابهة لتلك التى تعمل فى فترة المعدل الثابت ولكن تدريجياً يصبح معدل إنتقال الكتلة rate of mass transfer هو العامل الذى يضبط معدل التجفيف controlling factor وهذا يتوقف فى أغلبه على درجة حرارة الهواء وسماكة الغذاء. ولاتتأثر لابالرطوبة النسبية (ر.ن) للهواء (فيما عدا تحديد محتوى الرطوبة التوازنى equilibrium moisture content) ولابسرعة الهواء. وعلى ذلك فدرجة حرارة الهواء تضبط أثناء فترة المعدل النازل فى حين أن سرعة الهواء ودرجة حرارته

أهم أثناء فترة المعدل الثابت . ومن وجهة النظر العملية تختلف الأغذية من منحنيات التجفيف المثالية هذه نظراً للإنكماش والتغير فى درجات الحرارة ومعدل إنتشار الرطوبة فى أجزاء الغذاء المختلفة والتغيرات فى درجات الحرارة والرطوبة فى هواء التجفيف. وتبقى درجة حرارة سطح الغذاء قريبة من درجة حرارة الترمومتر المبتل لهواء التجفيف حتى قرب نهاية فترة المعدل الثابت بتأثير التبريد من الماء المتبخر. أما فى أثناء المعدل النازل فإن كمية الماء التى تتبخر من السطح تنخفض تدريجياً ولكن بما أن الهواء يعطى نفس كمية الحرارة فإن درجة حرارة السطح ترتفع حتى تصل إلى درجة حرارة الترمومتر الجاف لهواء التجفيف. ويحدث معظم الضرر للأغذية أثناء فترة المعدل النازل.

حساب معدل التجفيف

calculation of drying rate

(Hui)

يتوقف معدل التجفيف على:

(١) خواص المجفف: أ- درجة حرارة الترمومتر الجاف، ب- الرطوبة النسبية(ر.ن) وسرعة الهواء، ج- معامل إنتقال الحرارة للسطح.

(٢) وعلى خواص الغذاء: أ- محتوى الرطوبة، ب- نسبة السطح إلى الحجم، ج- درجة حرارة السطح. د- معدل فقد الرطوبة.

ويلعب حجم قطع الغذاء دوراً هاماً فى معدل التجفيف فى كل من فترتى المعدل الثابت والمعدل النازل.ففى فترة المعدل الثابت يكون للقطع الصغيرة مساحة أكبر يتاح منها التبخر، فى حين أنه فى فترة المعدل النازل يكون للقطع الأصغر ميزة أن الرطوبة تمر خلال مسافة أقصر من الغذاء.

ومن العوامل الأخرى التى تؤثر على معدل التجفيف:

(٣) محتوى الغذاء من الدهن فارتفاع نسبة الدهن يؤدى عادة إلى معدلات تجفيف أبطأ لإحتباس الماء فى الغذاء.

(٤) طريقة تحضير الغذاء فأسطح القطع المقطعة تفقد الرطوبة أسرع من فقدها خلال القشر (الجلد).

(٥) كمية الغذاء التى توضع فى المجفف بالنسبة لحجمه ففى المجفف الواحد، يحصل على معدلات أسرع مع الكميات الأصغر من الأغذية.

ومعدل إنتقال الحرارة يوجد عن طريق المعادلة

١) كـ = ر س. أ (θا – θس) $Q=h_sA(\theta_a - \theta_s)$

ويوجد معدل إنتقال الكتلة بإستخدام المعادلة

٢) –كـع = ثـد.أ (رس–رهـ) $-m_c=k_gA(H_s-H_a)$

ولأنه أثناء فترة المعدل الثابت يوجد توازن بين معدل إنتقال الحرارة إلى الغذاء ومعدل إنتقال الكتلة على شكل فقد فى الرطوبة من الغذاء فإن العلاقة بين هذه المعدلات هى المعادلة:

٣) ثـد = (مـح . أ / λ) (θا – θس)

$$-mc = \frac{h_cA}{\lambda}(\theta_a - \theta_s)$$

حيث: كـ (ح\ق) = معدل إنتقال الحرارة

Q (J/S) = rate of heat transfer

م ح ش\م^٢\كلفين° = معامل انتقال الحـرارة مـــن السطح فى حالة التسخين بالنقل

h_c W/m²/°K = surface heat transfer coefficient for convective heating

$\theta_{ا}$ (°م) = متوسط درجة حرارة الترمومتر الجاف للهواء المُجَفف

θ_a (°C) = the average dry-bulb thermometer of drying air

$\theta_{س}$ (°م) = متوسط درجة حرارة الترمومتر المبتل للهواء المُجَفِف

θ_s (°C) = the average wet-bulb thermometer of drying air

ك ح (كجم/ث) = التغير فى الكتلة مع الزمن (معدل التجفيف)

m_c (kg/s) = the change in mass with time (drying rate)

ث د (كجم/م^٢/ث) = معامل إنتقال الكتلة

Kg (kg/m²/s) = the mass transfer coefficient

ر س = كجم رطوبة/كجم هواء جاف

= الرطوبة على سطح الغذاء

= رطوبة التشبع

H_s = kilograms of moisture per kilogram of dry air
= the humidity at the surface of the food
= saturation humidity

ر هـ = كجم رطوبة/كجم هواء جاف

= رطوبة الهواء

H_a = kilograms of moisture per kilogram of dry air
= the humidity of the air

λ (ج/كجم) = الحرارة الكامنة للتبخر عند درجة حرارة الترمومتر المبتل

λ (J/kg) = the latent heat of evaporation at the wet-bulb temperature

والعلاقة بين معامل إنتقال الحرارة للسطح (م ح h_c) ومعدل إنسياب الكتلة للهواء فى حالة إنسياب الهواء الموازى هى

٤) م ح = ١٤,٣ × ع^٠,٨

$$h_c = 14.3\ G^{0.8}$$

وفى حالة الإنسياب الرأسى للهواء

perpendicular air flow

هى:

٥) م ح = ٢٤,٢ × ع^٠,٣٧

$$h_c = 24.2\ G^{0.37}$$

حيث: ع (كجم/م^٢/ث)=معدل إنسياب كتلة الهواء

G (kg/m²/s) = the mass flow rate of air

وفى حالة الغذاء الموضوع فى صينية tray حيث لايتبخر الماء إلا من السطح الأعلا فإن وقت التجفيف drying time يوجد بإستخدام المعادلة:

٦- –ث د = $\frac{م ح}{\rho\ \lambda\ و}$ ($\theta_{ا}$–$\theta_{س}$)

$$-m_c = \frac{h_c}{\rho\ \lambda\ x}(\theta_a - \theta_s)$$

حيث: ρ (كجم/م^٣) = الكثافة الحجمية للغذاء

ρ (kg/m³) = bulk density of food

و (متر) = سماكة طبقة الغذ.

x (m) = the thickness of the bed of food

وفى فترة المعدل الثابت فإن زمن التجفيف يحسب من المعادلة:

٧) ت = $\frac{\rho\ \lambda\ و\ (ر_١ - ر_٢)}{م_ح\ (\theta_{ا} - \theta_{س})}$

$$t = \frac{\rho \lambda x (M_i - M_c)}{h_c\ (\theta_a - \theta_s)}$$

حيث: ت (ث) = زمن التجفيف

t (s) = drying time

ر١ (كجم/كجم مواد صلبة) = محتوى الرطوبة الأصلى

M_i (kg/kg of dry solids) = the initial moisture content

رح (كجم/كجم مواد صلبة) = محتوى الرطوبة الحرج

M_c (kg/kg of dry solids) = the critical moisture content

وفى حالة المجفف بالرذاذ spray drier فإن الماء يتبخر من قطيرة كروية spherical droplet ويوجد زمن التجفيف بإستخدام المعادلة:

$$\text{٨) ن} = \frac{\text{نق}^{٢}\,\rho\,\lambda}{\text{٣ م}_{ح}\,(\theta_{ا} - \theta_{س})}\ \frac{\text{ر}_{١} - \text{ر}_{ن}}{\text{١} + \text{ر}_{١}}$$

$$t = \frac{r^2 \rho \lambda}{3 h_c (\theta_a - \theta_s)} \frac{M_i - M_f}{1 + M_i}$$

حيث: ρ_l (كجم/متر٣) = كثافة السائل

ρ_l (kg/m^3) = density of the liquid

نق (متر) = نصف قطر القطيرة

r (m) = the radius of the droplet

رن (كجم/كجم مواد صلبة) = محتوى الرطوبة النهائى

M_f (kg/kg of dry solids) = the final moisture content

وفى فترة المعدل النازل فإن التدرج فى الرطوبة moisture gradient يتغير خلال الغذاء وترتفع درجة الحرارة ببطء من درجة حرارة الترمومتر المبتل إلى درجة حرارة الترمومتر الجاف أثناء جفاف الغذاء. وتستخدم المعادلة الآتية لحساب زمن التجفيف من إبتداء فترة المعدل النازل إلى توازن المحتوى الرطوبى مع بعض الإفتراضات فى طبيعة حركة الرطوبة وغياب الإنكماش فى الغذاء:

$$\text{٩) ن} = \frac{\rho\ \text{و}(\text{ر}_{ح} - \text{ر}_{ع})}{\text{ث}_{ج}(\text{ض}_{س} - \text{ض}_{ع})}\ \text{لن} \left[\frac{\text{ر}_{ح} - \text{ر}_{ع}}{\text{ر}_{ى} - \text{ر}_{ع}}\right]$$

$$t = \frac{\rho \times (M_c - M_e)}{K_g (P_s - P_a)} \ln\left(\frac{M_c - M_e}{M - M_e}\right)$$

حيث: رع (كجم/كجم مواد صلبة) = توازن المحتوى الرطوبى

M_e (kg/kg of dry solids) = equilibrium moisture content

رى (كجم/كجم مواد صلبة) = محتوى الرطوبة عند زمن ن من بدء المعدل النازل.

M (kg/kg of dry solids) = the moisture content at time t from the start of the falling period

ضس (مم زئبق) = ضغط البخار المشبع عند درجة حرارة الترمومتر المبتل

P_s (mm Hg) = the saturated vapor pressure at the wet-bulb temperature

ضع(مم زئبق) = ضغط بخار الماء الجزئى

P_a (mm Hg) = the partial water vapor pressure

وتحسب سرعة الهواء اللازمة لتحقيق تسييل الجسيمات الكروية fluidization of spherical particles من المعادلة:

$$\text{١٠) ع}_{س} = \frac{\text{ج}(\rho_{س} - \rho)}{\mu}\ \frac{\text{ق}^{٢}\varepsilon^{٣}}{\text{١٨٠ (١} - \varepsilon)}$$

$$V_f = \frac{(\rho_s - \rho) g}{\mu} \frac{d^2 \varepsilon^3}{180\,(1 - \varepsilon)}$$

حيث: $ع_{س}$ (م/ث) = سرعة التسييل

V_f (m/s) = the fluidization velocity

ρص(كجم/م³) = كثافة الجسيمات الصلبة

ρ_s (kg/m3) = the density of the solid particles

ρ (كجم/م³) = كثافة السائل

ρ (kg/m³) = the density of the fluid

ج (م/ث²) = الإسراع نتيجة الجاذبية الأرضية

g (m/s²) = the acceleration due to gravity

μ (ن.ث/م²) = لزوجة السائل

μ (N.s/m²) = the velocity of the fluid

ق (م) = قطر الجسيم

d (m) = the diameter of the particles

ε = الخلو الجزئي للطبقة

ε = the voidage of the bed

وأقل سرعة هواء لازمة لنقل الجسيمات convey particles تحسب بإستخدام المعادلة:

$$(١١)\quad ع_{هـ} = \sqrt{\left[\frac{٤\ ق\ (\rho_{ص} - \rho)}{٣\ م_{ج}\ \rho}\right]}$$

$$V_e = \sqrt{\left[\frac{4\,d\,(\rho_s - \rho)}{3\,C_{d\rho}}\right]}$$

حيث:

$ع_{هـ}$ (م/ث) = أقل سرعة هواء

v_e (m/s) = the minimum air velocity

$م_{ج}$ (= ٠,٤٤ $ع_{ج}$ = ٥٠٠ − ٢٠٠٠٠٠) معامل الجر (المقاومة)

C_d (= 0.44 for R_e = 500 – 200000) the drag coefficient

(معامل الجر: أنظر: بعد المسائل)

(١) مسألة: إذا كان متوسط قطر البسلة هو ٦مم وكثافتها density ٨٨٠كجم/م³ وجرى تجفيفها في مجفف ذي طبقة مسيلة fluidized drier وكان أقل خلو جزئي (أنظر: بعد المسائل) voidage ٠,٤ وكانت مساحة القطاع العرضي cross sectional area للطبقة bed ٠,٢٥م². فإحسب أقل سرعة هواء يحتاج إليها لتسييل الطبقة bed لهواء كثافته ٠,٩٦ كجم/م³ وكانت لزوجة الهواء ٢,١٥ × ١٠ ⁻⁵ ن.ث/م² N.s/m²

الحل: من المعادلة رقم ١٠

$$ع_{س} = V_f = \frac{٩,٨١\ (٨٨٠ - ٠,٩٦)}{٢,١٥ \times ١٠^{-٥}} \cdot \frac{(٠,٠٠٦)^{٢}\ (٠,٤)^{٣}}{١٨٠\ (١ - ٠,٤)}$$

= ٨,٥ م/ث

(٢) مسألة: يحتاج إلى مجفف ناقل conveyor drier لتجفيف بسلة من محتوى رطوبي مبدئي ٧٨٪ إلى ١٦٪ (على أساس الوزن الرطب) في طبقة bed عمقها ١٠سم مع خلو جزئي voidage للهواء ٠,٤ ويدفع هواء على ٨٥°م ورطوبة نسبية ١٠٪ رأسيا perpendicularly خلال هذه الطبقة bed بسرعة ٠,٩م/ث. وأبعاد حزام التجفيف drier belt هي ٠,٧٥م في العرض ، ٤م في الطول فإذا افترض أن التجفيف يتم من على جميع سطح البسلة وأنه لايحدث إنكماش فإحسب زمن التجفيف وإستهلاك الطاقة في كل من فترتي المعدل الثابت والنازل. علما بأن محتوى الرطوبة المتوازن للبسلة هو ٩٪ وأن محتوى الرطوبة الحرج على أساس الوزن الجاف هو ٣٠٠٪ وأن متوسط القطر هو ٦مم وأن

الكثافة الحجمية bulk density هى ٦١٠كجم/م^٣^ وأن الحرارة الكامنة للتبخير هى ٢٣٠٠ كيلو جول/كجم وأن ضغط بخار الماء المشبع عند الترمومتر المبتل هو ٦١,٥مم زئبق وأن معامل إنتقال الكتلة هو ٠,٠١٥ كجم/م^٢^/ث.

الحل: فى فترة المعدل الثابت من المعادلة ٥

م h_c = ٢٤,٢ (٠,٩)^٠,٣٧^

= ٢٣,٣ ش/م^٢^/كلفين $w/m^2/^0K$

ومن الشكل ١ θا θ_a = ٨٥°م و ر.ن = ١٠٪

θس θ_s = ٤٢°م

ولايجاد مساحة البسلة:

فإن حجم الكرة = ٣\٤ ط نق^٣^ $4/3\ \pi\ r^3$

= ٤ × ٣,١٤٢ (٠,٠٠٣)^٣^

= ٣٣٩ × ١٠^-٩^ م^٣^

وحجم الطبقة bed = ٠,٧٥ × ٤ × ٠,١ = ٠,٣م^٣^

وحجم البسلة فى الطبقة = ٠,٣ (١ - ٠,٤)

= ٠,١٨م^٣^

عدد البسلة = حجم البسلة فى الطبقة / حجم كل حبة بسله

= ٠,١٨ / (٣٣٩ × ١٠^-٩^) = ٥,٣١ × ١٠^٥^

ومساحة الكرة = ٤ ط نق^٢^ $4\ \pi\ r^2$

= ٤ × ٣,١٤٢ (٠,٠٠٣)^٢^

= ١١٣ × ١٠^-٦^ م^٢^

ومساحة البسلة الكلية total area of peas

= ٥,٣١ × ١٠^٥^ × ١١٣ × ١٠^-٦^

= ٦٠ م^٢^

ومن المعادلة ٣

معدل التجفيف = (٢٣,٣ × ٦٠) / (٢,٣ × ١٠^٦^) (٨٥ - ٤٢)

= ٠,٠٢٦ كجم/ث

ومن توازن الكتلة mass balance

حجم البسلة = ٠,١٨م^٣^

الكثافة الحجمية bulk density

= ٦١٠ كجم/م^٣^ $610\ kg/m^3$

إذا

كتلة البسلة = ٠,١٨ × ٦١٠ = ١٠٩,٨ كجم

إذا

كتلة الماء المبدئية initial mass water

= ١٠٩,٨ - ٢٤,١٥ = ٨٥,٦ كجم

وبعد فترة المعدل الثابت تبقى المواد الصلبة solids ثابتة وتكون:

كتلة الماء = ٩٦,٦ - ٢٤,١٥ = ٧٢,٤٥ كجم

إذا مافقد من ماء

= ٨٥,٦ - ٧٢,٤٥ = ١٣,١٥ كجم

بمعدل قدره ٠,٠٢٦ كجم/ث

زمن التجفيف = ١٣,١٥ ÷ ٠,٠٢٦ = ٥٠٥ ث

= ٨,٤ دقيقة

إذا

الطاقة المطلوبة = ٠,٠٢٦ × ٢,٣ × ١٠^٦^

= ٦ × ١٠^٤^ جول/ثالية J/s

= ٦٠ كيلو وات kW

وفى فترة المعدل النازل

ر.ن (R.H) = ١٠٠ × ضع / ضمنر $\frac{\rho_A}{\rho_0} x100$

١٠ = ضρ / ٦١,٥ × ١٠٠

إذا ضρ = ٦,١٥ مم زئبق

وقيم ارطوبة هي:

ر M_c = ٧٥ ÷ ٢٥ = ٣

ر M_f = ١٦ ÷ ٨٤ = ٠,١٩

ر M_e = ٩ ÷ ٩١ = ٠,٠٩٩

ومن المعادلة ٩

ن t = $\frac{(٣-٠,٠٩٩) ٦١٠ × ٠,١}{٠,٠١٥ (٦١,٥-٦,١٥)}$ لن $\left[\frac{٣-٠,٠٩٩}{٠,١٩-٠,٠٩٩}\right]$

= ٧٣٧,٧ ث = ١٢,٣ ق

ومن توازن الكتلة فعند محتوى الرطوبة الحرج فإن ٩٦,٦جم بسلة تحتوى ٢٥٪ مواد صلبة = ٢٤,١٦كجم. وبعد التجفيف في فترة المعدل النازل ٨٤٪ مواد صلبة = ٢٤,١٦ كجم.

إذا

الكتلة الكلية = $\frac{١٠٠}{٨٤}$ × ٢٤,١٦ = ٢٨,٨ كجم

والفقد في الكتلة = ٩٦,٦ – ٢٨,٨ = ٦٧,٨كجم

وبذا فإن

متوسط معدل التجفيف = ٦٧,٨ ÷ ٧٣٧,٧

= ٠,٠٩٢كجم/ث

ومتوسط الطاقة المطلوبة

= ٠,٠٩٢ × ٢,٣ × ١٠^٦

= ٢,١ × ١٠^٥ جول/ث = ٢١٠ كيلو وات

التجفيف بإستخدام الأسطح المسخنة

وفي هذا النوع من التجفيف فإن الحرارة توصل conducted من سطح ساخن خلال طبقة رفيعة thin layer من الغذاء وتتبخر الرطوبة من السطح الآخر المعرض. والمقاومة الأساسية لإنتقال الحرارة هي التوصيل الحراري للغذاء. ويجب معرفة الخواص الإنسيابية rheological properties للغذاء لتحديد سماكة طبقة الغذاء والكيفية التي يضاف بها إلى السطح المسخن. وقد تحدث مقاومة إضافية لإنتقال الحرارة إذا إرتفع الغذاء المجفف جزئيا من السطح الساخن، وتستخدم المعادلة ١٢.

(١٢) كـ = ى. أ (θأ – θب) $Q=uA\ (\theta_a - \theta_b)$

حيث:

ى (ش/م^٢/كلفين)= معامل انتقال الحرارة (الكلى)
u = overall heat transfer coefficient ($W/m^2/K$)

θأ = درجة حرارة السطح المسخن (°م)
θ_a = temperature of hot surface (°C)

θب = درجة حرارة الغذاء (°م)
θ_b = temperature of food (°C)

(٣) مسألة: يعمل مجفف ذو أسطوانة واحدة single-drum drier على ١٥٠°م وقطره ٠,٧م وطوله ٠,٨٥م وهو مجهز بنصل/سكين doctor blade لإزالة الغذاء بعد ٤١٣ دورة وإستخدم في تجفيف طبقة جيلاتين سمكها ٠,٦مم وتركيز محلول الجيلاتين فيها ٢٠٪ وزن ـ وسخن مبدئيا preheated إلى ١٠٠°م تحت الضغط الجوى. إحسب سرعة الأسطوانة المطلوبة لانتاج منتج محتوى الرطوبة فيه ٤كجم مواد صلبة لكل كيلو جرام ماء. علما بأن كثافة الجيلاتين المغذى ١٠٢٠ كجم/م^٣ وأن معامل إنتقال الحرارة الكلى overall heat-transfer coefficient هو ى ١٢٠٠ ش/م^٢/كلفين $W/m^2/K$ وأن محتوى الرطوبة الحرج للجيلاتين سيفترض أنه ٤٥٠٪ على أساس الوزن الجاف.

الحل:

مساحة الأسطوانة = ط ق ع $\pi\, d\, l$

= ٣,١٤٢ × ٠,٧ × ٠,٨٥

= ١,٨٧م^{2}

إذا كتلة المغذاه على الأسطوانة=

(١,٨٧ × ٠,٧٥) ٠,٠٠٠٦ × ١٠٢٠ = ٠,٨٦كجم.

ومن توازن الكتلة حيث يحتوى الغذاء على ٨٠٪ رطوبة، ٢٠٪ مواد صلبة

كتلة المواد الصلبة = ٠,٨٦ × ٠,٢ = ٠,١٧٢كجم

وبعد التجفيف ٨٠٪ مواد صلبة = ٠,١٧٢كجم

إذا

كتلة الغذاء المجفف = $\frac{١٠٠}{٨٠}$ × ٠,١٧٢

= ٠,٢١٥كجم

والفقد فى الكتلة

= ٠,٨٦ − ٠,٢١٥ = ٠,٦٤٥كجم

ومن المعادلة ١٢

ك Q = ١٢٠٠ × ١,٨٧ (١٥٠ − ١٠٠)

= ١,١٢ × ١٠^{5} جول/ث J/s

فمعدل التجفيف = $\frac{١,١٢\times١٠^{5}}{٢,٢٥٧\times١٠^{6}}$ كجم/ثانية kg/s

= ٠,٠٥كجم/ث

و وقت البقاء residence time المطلوب

= ٠,٦٤٥ ÷ ٠,٠٥ = ١٣ ثانية

ولما كان ٣/٤ سطح الأسطوانة هو الذى يستخدم فقط فإن دورة واحدة يجب أن تأخذ

$\frac{١٠٠}{٧٥}$ × ١٣ = ١٧,٣ ث

إذا السرعة = ٣,٥ دورة/دقيقة

قوة الجر drag force : هى القوة التى تضاد جسم يتحرك خلال سائل fluid

(Academic)

معامل الجر drag coefficient: هو وصف لقوة الجر التى تؤثر على جسم يتحرك خلال الهواء أو سائل آخر ويعبر عنه بالمعادلة:

قج = مج أج ρ عصفر / ٢ $\quad F_D = C_D A_p \rho V_0/2$

حيث :

معامل الجر C_D = drag coefficient

مج = مساحة الجزء المعرض من الجسم

A_p = the projected (silhuetted) area of the body

ρ = كثافة السائل ρ = density of the fluid

عصفر = سرعة التيار الحر

V_0 = free stream velocity

خلو void: فى مسحوق مدمج compact أو نظام مسحوق سائل: المسافة بين الجسيمات

(Chambers)

الخلو الجزئى voidage: فى مسحوق مدمج compact أو نظام مسحوق سائل powder-fluid system: الكمية الجزئية للخلوات فى النظام. وفى نظام يحتوى على جسيمات كثيفة dense فإن الخلو الجزئى voidage وسرعة المسحوق powder velocity يكونان متساويين فى العدد.

نسبة التجفيف drying ratio: نسبة وزن المادة الطازجة إلى وزن المادة الجافة.

الأجهزة equipment

تُعْزَل معظم المجففات الصناعية وتعيد إستخدام الهواء الساخن لتقليل فقد الحرارة وتوفير الطاقة وكثير منها تستعيد الحرارة من الهواء الخارج exhaust air أو تضبط رطوبة الهواء آلياً كما يستخدم الحاسوب في ضبط المجففات مع توفير في الطاقة.

والتكاليف النسبية لطرق التجفيف المختلفة هي: التجفيف بالهواء المدفوع ١٩٨، التجفيف بالطبقة المسيلة ٣١٥، التجفيف على أسطوانة ٣٢٧، التجفيف المستمر تحت فراغ ١٨٤٠، التجفيد ٣٥٢٨. أما الإستهلاك النسبي للطاقة (كيلوات ساعة/ كجم ماء مزال kW h/kg water removed) فهي في التجفيف على أسطوانات roller drying ١,٢٥، التجفيف بالهواء pneumatic drying ١,٨، والتجفيف بالرذاذ ٢,٥، والتجفيف بالطبقة المسيلة ٣,٥. (Hui)

أولاً: مجففات الهواء الساخن hot-air driers

مجففات الخزان/ المجففات ذات الطبقة العميقة bin-driers/deep-bed driers

مجففات الخزان إما اسطوانية cylindrical أو مستطيلة الشكل rectangular وبها قاعدة شبكية mesh base ويمر الهواء الساخن خلال طبقة من الغذاء بسرعات بطيئة نسبيا (مثل ٠,٥م^{3}/ث/م^{2} من مساحة الخزان) وهذه المجففات لها سعة كبيرة وتحتاج لرأس مال قليل وتكاليف قليلة وهي تستخدم أساسا لإنهاء finishing التجفيف (إلى ٣-٦٪ رطوبة) بعد التجفيف الأصلي في الأنواع الأخرى في الأجهزة. ومجففات الخزان تحسن من سعة تشغيل المجففات الأصلية/المبدئية بأن الغذاء ينقل إليها في فترة المعدل النازل حيث تحتاج إزالة الرطوبة إلى وقت. وتسمح طبقة الغذاء العميقة بتساوي الإختلافات في محتوى الرطوبة كما تعمل هذه الطبقة كمخزن لتقليل التقلبات في إنسياب المنتجات بين أطوار التجفيف والتعبئة. غير أن هذه المجففات قد يكون إرتفاعها عدة أمتار وعلى ذلك فالغذاء يجب أن يتحمل الإنضغاط عند القاعدة وأن يكون تراكمه مفتوحا للسماح بمرور الهواء خلال الطبقة. وهذا المجفف يعمل بطريقه الدفعات.

مجففات الخزانة/المجففات ذات الصواني cabinet/tray dryers

تتكون هذه المجففات من خزانة معزولة مجهزة بشبكة ضحلة أو صينيات مخرمة كل منها بها طبقة رفيعة (٢-٦سم في العمق) من الغذاء. يمرر هواء ساخن خلال الخزانة بـ ... ٠,٥ – ٥م/ث/م^{2} من مساحة العينة. ويستخدم نظام من الأنابيب ducts والمعوقات/الحواجز baffles لتوجيه الهواء على و/أو خلال كل صينية للحصول على توزيع هواء موحد وربما وضعت مسخنات إضافية أعلا أو بجانب الصواني لزيادة معدل التجفيف. وهذه المجففات ذات الصواني تستخدم لإنتاج كميات صغيرة (١ – ٢٠طن/يوم) أو في العمل الإسترشادي pilot-scale work ورأسمالها وتكاليف تشغيلها وصيانتها منخفضة ولكنها إذا قورنت بالمجففات الأكثر ضبطا فإنها تنتج منتجات متفاوتة الجودة.

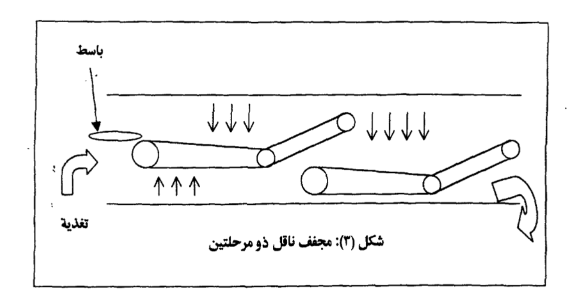
ويوجــد مجفــف يســتخدم الكيروســين أو الغــاز للتسخين والرفع بطاقـة قدرها ٦٠ كيلـووات وبه ١٥ صينية ذات شبكة حيث يدفع الهواء خلال الغذاء في كل صينية وتحمل/تدخل الصواني من أعـلا وتخرج من أسفل فهو يعمـل بشكل نصف مستمر في إتجاه تيار هواء عكســي counter-current airflow ويحمـل عـادة خمسـة كيلوجرامـات مــن الغــذاء ودورة تغيــير الصوانــي هــي مــن ١٥ – ٢٠ دقيقة.

المجفف ذو التنور Kiln dryers

هذه مجففات عبارة عن بنايات ذات طـابقين حيث يوجد الموقـد أسفل البناية يعلـوه حجـرة تجفيـف أرضيتها ألـواح بينها مسافات slatted floor ويمـر الهواء الساخن وغـازات الإحتـراق خلال طبقة من الغذاء قد يبلغ سمكها ٢٠سم. وقد أستخدمت في تجفيف حلقات أو شرائح التفاح أو الجنجل/حشيشة الدينار أو النتيشـة. وضبـط ظـروف التجفيف محـدود وزمن التجفيف طويل نسبياً وكثيرة تكاليف العمـال. ولكن لها سعة كبيرة ويسهل بناؤها وتشغيلها بتكـاليف قليلة. وهي تعمل بطريقة الدفعات

مجففات الأحزمة الناقلة
conveyor/belt dryers

هـذا المجفف يعمل بالطريقة المستمرة وقد يصـل إلى ٢٠م فـي الطـول و ٣ م فـي العـرض فيجفـف الهواء على حزام شبكي mesh belt في طبقـات من ٥ – ١٥سم في العمق. وفي مبدأ المجفف يوجه الهواء إلى أعلا خلال طبقة الغذاء ثم بعد ذلـك إلى أسفل في المراحل التالية لمنع الغذاء المجفف من التطاير خارج طبقتـه. ومنه مجففات ذات مرحلتين (شكل ٣) أو ثلاث وهي تخلط وتعيد تكـدس الغذاء المجفـف جزئيـاً والمنكمـش فـي طبقـات أكـثر سماكة/عمقاً (١٥–٢٥سم) ويعمل هـذا على توحيـد التجفيـف ويوفـر فــي مســاحة الأرضيــة الــلازم إستخدامها. وتجفف الأغذية إلى ١٠–١٥٪ رطوبـة ثم تنقل إلى المجففات ذات الخزان لإنهاء عملية التجفيف.



شكل (٣): مجفف ناقل ذو مرحلتين

جدول (١): مزايا وعيوب الأنواع المختلفة لانسياب الهواء في التجفيف.

نوع انسياب الهواء	المزايا	العيوب
موازى parallel غـــــــذاء ← انسياب الهواء ←	- معدل تجفيف مبدئى سريع - إنكماش قليل للغذاء - كثافة حجمية منخفضة - ضرر من الحرارة أقل للغذاء - لاخطورة من الفساد	صعوبة الحصول على نسبة رطوبة منخفضة لأن الهواء يمر على الغذاء الجاف وهو بارد وخضل moist.
اتجاه عكسى counter غـــــــذاء ← انسياب الهواء →	إستخدام إقتصادى أكثر للطاقة نسبة رطوبة نهائية منخفضة إذ يمر هواء ساخن على الغذاء الجاف.	إنكماش الغذاء وإحتمال حدوث ضرر من الحرارة، خطورة حدوث فساد من مرور هواء خضل ودافىء على الغذاء المبتل.
خروج الهواء من المنتصف center-exhaust type غـــــــذاء ← انسياب الهواء ← ↑ →	إجتماع مزايا الأنسياب الموازى والعكسى ولكن أقل من الإنسياب عبر cross-flow.	أكثر تعقيداً وكلفة عن إنسياب الهواء ذى الإتجاه الواحد.
انسياب عبر cross-flow type غـــــــذاء ← انسياب الهواء ↑ ↓	ظروف تجفيف يمكن ضبطها بمرونة حيث توجد مناطق تسخين منفصلة مما يعطى تجفيفاً موحداً ومعدلات تجفيف عالية.	أكثر تعقيداً وأغلى ثمناً وأكثر إرتفاعاً فى تكاليف التشغيل والصيانة.

ويمتاز بإمكان الضبط الجيد لظروف التجفيف وكذلك بمعدل إنتاج عال ويستخدم في تجفيف كميات كبيرة من الأغذية مثل الخضر والفاكهة حيث يجفف كميات إلى ٥,٥طن/الساعة في فترة تتراوح مابين ٢ – ٣,٥ ساعة وهي تحمل وتخرج منها المنتجات آلياً مما يخفض من تكاليف العمالة ومناطق التجفيف فيها تضبط كل منها على حده ولذا فهي قد حلت محل أنفاق التجفيف في كثير من الحالات.

ويمكن إستخدام مجففات الأحزمة هذه في تجفيف حصيرة الرغاوى foam-mat drying حيث تكون رغوة ثابتة من الأغذية السائلة كعصائر الفواكه عن طريق إضافة مثبت stabilizer مع نفخ هواء أو نتروجين فيها وتبسط الرغوة على حزام مخرم بعمق ٢-٣مم وتجفف بسرعة على مرحلتين أولاً في إتجاه هواء مواز ثم في إتجاه هواء عكسي وتجفيف الرغوة أسرع ثلاث مرات عن تجفيف طبقة مساوية من السائل. وتطحن حصيرة الغذاء الرفيعة ذات الثغور حتى يحصل على مسحوق حر الإنسياب free-flowing له خاصية إعادة تكوين/تميؤ rehydration جيدة. والمنتج ذو جودة عالية بسبب سرعة التجفيف مع إستخدام درجات حرارة منخفضة ولكن يحتاج إلى رأس مال كبير نظراً للإحتياج إلى مساحة كبيرة لمعدلات الإنتاج العالي.

مجففات الطبقة المسيلة

fluidized-bed dryers

وفيها تكون الصواني المعدنية ذات القواعد الشبكية أو المخرمة هي التي تحتوى الغذاء في طبقات قد تصل إلى ١٥سم في العمق ويدفع هواء ساخن خلال طبقة الغذاء مما يسبب تعليق الغذاء وتقلبه بشدة – أي يصبح مسيلاً fluidized – فالهواء يعمل كوسط للتجفيف والتسييل (شكل ٤) وبذا يحصل على أقصى مساحة سطح للغذاء أثناء التجفيف. (لحساب سرعة الهواء اللازم للتسييل إرجع إلى المسألة١). وهذه المجففات إما أن تعمل على طريقة الدفعات أو تكون مستمرة وفي الحالة الأخيرة فإنها تجهز بهزاز للمساعدة على تحريك المنتج. ويمكن أن ينتقل الغذاء من صينية إلى الصينية التالية بتأثير الجاذبية حتى ستة مجففات في معدلات الإنتاج العالية. وهذه المجففات لاتأخذ حيزاً كبيراً وتتحكم في ظروف التجفيف جيداً وكفاءتها الحرارية عالية وكذلك معدلات التجفيف فيها.

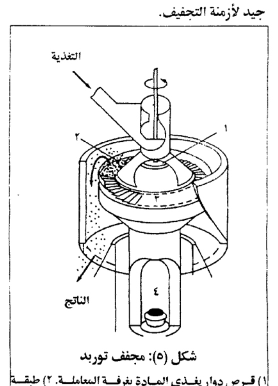


شكل (٤): التجفيف بالطبقة المسيلة

وفي حالة إستخدامها بطريقة الدفعات فإن المنتجات تخلط بالتسييل مما يعطى تجفيفاً موحداً ولكن إذا إستخدمت بالطريقة المستمرة فيكون هناك مدى أكبر لمحتويات الرطوبة في المنتج

الجاف ولذا تستخدم مجففات الخزان bin dryers لإنهاء عملية التجفيف finishing. ويقتصر إستخدام هـذه المجففـات علـى الأغذيـة الصغـيرة ذات الجسيمات والتي يمكن تسييلها دون إحداث أضرار ميكانيكية كبيرة مثل البسلة والخضر المكعبة أو شـرائحها أو الحبـوب أو المسـاحيق أو الأغذيـة المنبثقة extruded foods وهي نفس الإعتبارات الواجب مراعاتها في حالات التجفيد والتجميد.

ومجفف التوربد Torbed dryer (شكل ٥) هـو تطوير لها حيث تدار طبقة مسيلة مـن الجسيمات حـول غرفة تشبه مقعر torus بتأثير هـواء مدفـوع مباشـرة مـن موقـد burner. وهـذا المجفـف لـه معدلات عالية لإنتقال الحرارة والكتلة مع خفـض جيد لأزمنة التجفيف.



شكل (٥): مجفف توربد

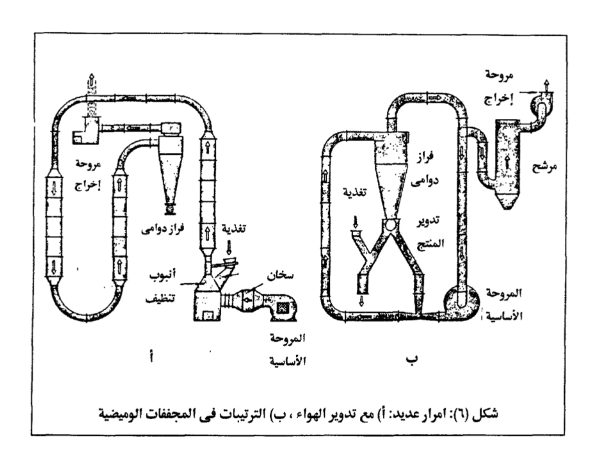
١) قـرص دوار يغـذى المـادة بغرفـة المعاملـة. ٢) طبقـة الجسيمات الدوارة. ٣) أنصال ثابتة يدخل خلالها الهـواء السريع. ٤) جهاز الاحتراق.

وقد تحتـاج بعض المنتجات مثل قطع الخضر إلى فترة من التوازن للسماح بإعادة توزيع الرطوبة قبل التجفيف النهائي. ويعمـل المجفـف كشبه مستمر بضبـط متحكـم فيـه ويصلـح لاجـراء التكتـل agglomeration والتجفيف بالنفخ putt-drying وللتحميص roasting وللطبخ ولتغطية المنتجـات coating.

المجففات الهوائية pneumatic dryers

فـي هـذه المجففـات يتـم تجفيـف المسـاحيق أو الأغذية ذات الجسيمـات particulate foods بطريقة مستمرة في أنـابيب معدنيـة ducts رأسية أو أفقية ويستخدم فراز دوامي cyclone separator لإخراج المنتج المجفف. ويدخل الغذاء الخضل moist بمقادير في الأنـابيب المعدنية ويعلق فـي الهـواء السـاخن. وفـي المجففـات الرأسـية يعـدل adjusted إنسياب الهـواء لتقسيم الجسـيمات إلى جسيمات أخـف وأصغـر تجـف أسـرع وتحمـل إلى الفـراز الدوامـي cyclone أسـرع مـن الجسـيمات الأكثر إبتلالا wetter ووز heavier والتي تبقـى معلقة ليتم تجفيفها. ولكـي تبقـى المـواد الغذائيـة التي تحتاج إلى وقت أطـول للتجفيف مدة أطـول فإن الأنابيب تعمل على شكل حلقة loop مستمرة (مجففات الحلقة الهوائية) ويعاد دوران المنتج حتى يتـم جفافـه. وتسـتخدم مجففـات الحلقـة الهوائيـة pneumatic ring dryers علـى درجـات حـرارة عالية ولزمن قصير لمـد expand تركيـب خليـة النشا starch-cell structure فـي البطـاطس أو الجزر للحصـول علـى تركيـب جاسـيء rigid

ذى ثغور porous مما يعزز التجفيف التقليدى الذى يعقب ذلك وكذلك إعادة التكوين أو التميؤ rehydration. وتعطى المعادلة ١١ كيفية حساب سرعات الهواء فى هذا النوع من التجفيف (شكل ٦).



شكل (٦): امرار عديد: أ) مع تدوير الهواء ، ب) الترتيبات فى المجففات الوميضية

ورأس المال الذى تحتاجه هذه المجففات منخفض نسبياً وتتميز بمعدلات تجفيف عالية وكفاءة حرارية عالية وإمكان التحكم فى ظروف التجفيف. وكثيراً ماتستخدم بعد التجفيف بالرذاذ لإنتاج أغذية ذات محتوى رطوبى أقل من المعتاد مثل مساحيق اللبن والبيض الخاصة ومثل حبيبات البطاطس. وفى بعض الإستعمالات يستفاد بالتجفيف ونقل الغذاء فى نفس الوقت.

يمكن إستخدام المجففات الهوائية/الوميضية flash / pneumatic أو المجففات المستمرة ذات الطبقة المسيلة continuous fluid-bed dryers فى حالة الرغبة فى نشر dispersion كامل للناتج فى تيار غاز ساخن للحصول على زيادة فى معدلات التبخير. وفيمايلى (جدول ٢) مقارنة بين خواص هذين النوعين من المجففات تساعد على إختيار الأكثر مناسبة منها فى كل حالة. (Hui)

جدول (٢): مقارنة بين المجفف الهوائى ومجفف الطبقة المسيلة.

القرينة	المجفف الهوائى/الوميضى	مجفف الطبقة المسيلة
رأس المال	أقل من الطرق الأخرى	أقل من الطرق الأخرى
تكاليف الصيانة	محدودة على المراوح والصمامات الدائرة	نفس الشيئ
معدل التجفيف	أعلا من الطرق الأخرى نظراً للملامسة المباشرة بين وسط التجفيف والمواد الصلبة المبتلة.	نفس الشيىء ولكن التطبيق للمواد الصلبة المبتلة محدود وهذا يساعد فى نقل الناتج المجفف جزئياً مما يساعد على تقسيم المنتج.
التأثير على المواد الحساسة حرارياً	لايحدث ضرر نظراً لسرعة إمتصاص الحرارة الكامنة للتبخير معطية معدل تجفيف أعلا من الطرق الأخرى التى تستخدم درجات الحرارة أقل وبذا تحتاج إلى أجهزة أكبر وأغلا.	نفس الشيئ
وقت البقاء residence time	يمكن التحكم فى وقت البقاء بالتحكم فى مساحة القطاع العرضى فتتغير السرعة كمايمكن إستخدام أعمدة ذات تأثيرات عديدة أو إستخدام نظام دائر مستمر للهواء والمنتج (شكل ٦).	يمكن التحكم فى وقت البقاء بالتحكم فى درجة الحرارة وضبط الخروج أو إستخدام وحدات ذات مراحل عديدة.
مدة وقت البقاء	تقاس بالثانية	تقاس بالدقائق
الكفاءة الحرارية	عالية	عالية
حالة مادة التغذية	أقل حرجاً من مجفف الطبقة المسيلة ولكن يلزم إستخدام طرق إعادة الخلط back-mixing فى التغذية	المحتوى الرطوبى لمادة التغذية عال معطياً فرقاً جوهرياً بين درجتى حرارة الدخول والخروج.
حجم أو وزن الجسيمات	لايصلح مع الجسيمات الكبيرة	لايصلح مع الجسيمات الكبيرة أو الثقيلة لأن سرعان التسييل المطلوبة تكون كبيرة مما يتطلب إستخدام طاقة عالية.
الطاقة اللازمة	أكثر من المجففات الأخرى	أكثر من المجففات الأخرى
المساحة المطلوبة	يمكن ترتيبها بحيث تشغل حيزاً محدوداً من الأرضية	أقل من المجففات الأخرى

المجففات الدوارة rotary dryers

وفيه تدور إسطوانة معدنية مائلة قليلاً ومجهزة من الداخل بسلالم flights تعمل على أن يسقط cascade الغذاء خلال تيار من الهواء الساخن أثناء مروره في المجفف. وإنسياب الهواء قد يكون موازياً أو معاكساً (جدول ١). ويعمل تقليب الغذاء وكبر المساحة المعرضة للهواء على الحصول على معدلات تجفيف عالية ومنتجات مجففة متجانسة. وهذا المجفف يصلح خاصة للأغذية التي تميل إلى الإلتصاق أو تكوين طبقة حصيرة mat في مجففات الأحزمة أو الصواني. ولكن تأثير السقوط والإحتكاك abrasion يحد من إستخدام هذه المجففات لعدد قليل نسبياً من المنتجات مثل بلورات السكر وبذور الكاكاو.

وهذه المجففات قد تعمل بطريقة التسخين المباشر أو غير المباشر أو بخليط منهما. وكذلك فإنها قد تعمل في إنسياب مواز parallel أو إنسياب عكسي counter-current أو بخليط منهما. وإختيار المجفف الدوار المناسب يتوقف على نوع المادة المراد تجفيفها (شكلي ٨،٧). (Hui)

المجففات بالرش spray dryers

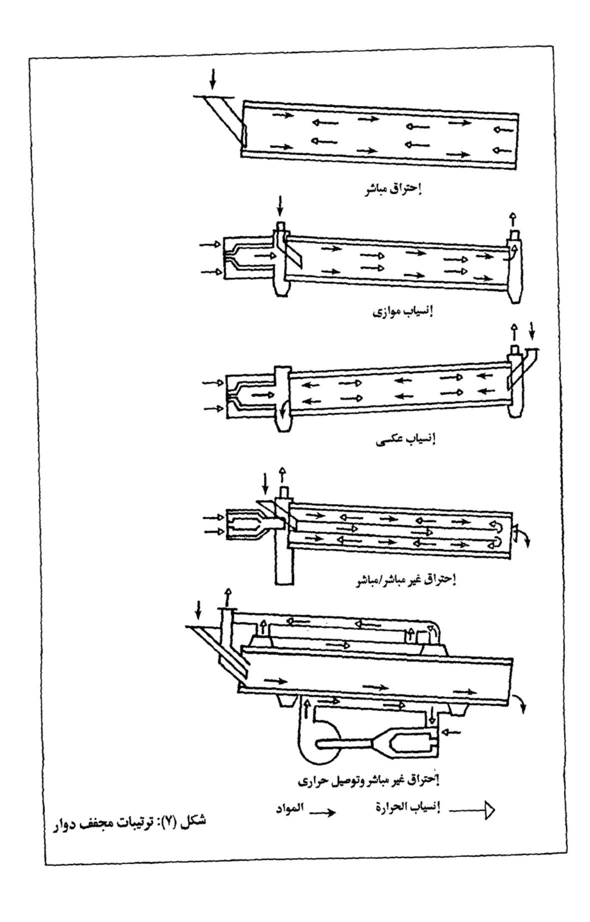
يركز الغذاء ويعمل منه معلق dispersion دقيق ثم يذرر atomize ليكون قطيرات droplets (قطرها من ١٠-٢٠٠ميكرومتر μM) ثم ترش sprayed في تيار هواء ساخن على ١١٥° - ٣٠٠°م في حجرة تجفيف كبيرة ويضبط معدل التغذية feed rate بحيث يخرج الهواء على درجة حرارة ٩٠° - ١٠٠°م أي درجة حرارة ترمومتر مبتل (ودرجة حرارة منتج) من ٤٠° - ٥٠°م. والتذرير يجب أن يكون تاماً وموحداً (متجانساً) لكي يكون التجفيف ناجحاً ويستخدم واحد من المذررات atomizers الآتية:

١- مذرر طرد مركزي centrifugal atomizer: يغذى السائل إلى مركز سلطانية دوارة (سرعة دوران المحيط الخارجي ٩٠-٢٠٠م/ث) وتندفع القطيرات التي يكون قطرها مابين ٥٠-٦٠ميكرومتر μM من حافة الأسطوانة لتكون رذاذاً موحداً (متجانساً).

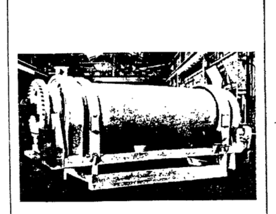
٢- مذرر ذو فوهة ضغط pressure-nozzle atomizer: يضغط السائل تحت ضغط عال (٧٠٠ - ٢٠٠٠كيلو باسكال kPa) خلال فتحة صغيرة. وتتكون القطيرات بأحجام من ١٨٠ - ٢٥٠ ميكرومتر μM وتعمل أخاديد grooves على داخل الفوهة على أن يتكون الرذاذ على هيئة مخروط cone وبذا يتم إستخدام كل حجم حجرة التجفيف.

٣- مذرر فوهة ذو سائلين two-fluid nozzle atomizer: يسبب الهواء المضغوط إضطراباً turbulence مما يذرر السائل والضغط المستخدم أقل من الطريقة السابقة ولكن ينتج قطيرات مدى حجومها أكبر.

وكلا المذررين ذواتي الفوهة معرض للإنسداد بالأغذية ذات الجسيمات particulate foods كما أن الأغذية الحكاكة/الكاشطة abrasive توسع الفتحات apertures وتزيد من متوسط حجم القطيرة. وقد تمت دراسات على تجفيف القطيرات بما في ذلك الحجم والكثافة ومسار هذه القطيرات.



شكل (٧): ترتيبات مجفف دوار



شكل (٨): مجفف دوار ذو أنابيب ثابتة.

ويتم التجفيف بسرعة (١-١٠ث) بسبب كبر مساحة سطح القطيرات وتبقى درجة حرارة المنتج عند درجة حرارة الترمومتر المبتل لهواء التجفيف ويكون ضرر المادة الغذائية أقل مايمكن (جدول١).

ويتجمع المسحوق الجاف عند قاعدة المجفف ويزال بواسطة ناقل حلزوني screw conveyor أو نظام هوائي pneumatic مع إستخدام فاصل دوامي. وهناك تصميمات عديدة للمدرر ولحجرة التجفيف ولتسخين الهواء ولتجميع المسحوق لتلائم المنتجات المختلفة مثل التي تجفف بالرش/الرذاذ مثل اللبن والبيض والقهوة (اللبن) والكاكاو والشاي والبطاطس والفراخ المهروسة ومخاليط مثلوجات اللبن والزبد والكريمة والزبادي ومسحوق الجبن ومبيضات القهوة (بدائل الكريمة واللبن) وعصائر الفواكه ومستخلصات اللحوم والخميرة والنكهات المكبسلة capsulated ومنتجات نشا القمح والذرة. وقد تجهز مجففات الرش/الرذاذ بتسهيلات لإحداث طبقة مسيلة fluidized bed لإنهاء تجفيف المساحيق التي تؤخذ من غرفة التجفيف.

ويختلف حجم هذه المجففات من أحجام صغيرة للعمل الإسترشادى pilot لتجفيف منتجات صغيرة الحجم عالية القيمة مثل الإنزيمات والنكهات إلى أحجام كبيرة تصلح لتجفيف ٨٠٠٠٠ كجم لبن جاف فى اليوم. ومميزاتها الأساسية هى سرعة التجفيف وكونها مستمرة وتستخدم على نطاق كبير وتكاليف عمال منخفضة وتكاليف تشغيل بسيطة وكذلك صيانة بسيطة. ولكن يحد من إستخدامها رأس المال الكبير اللازم إستمارة فيها والإحتياج إلى غذاء ذى محتوى رطوبى مرتفع لإمكان ضخة إلى المدرر وينتج عن هذا إرتفاع تكاليف الطاقة اللازمة لإزالة الرطوبة وإرتفاع الفقد فى المواد المتطايرة ولذا يحل محلها مجففات الأشرطة الناقلة conveyor-band dryers ومجففات الطبقة المسيلة fluidized-bed dryers لأنها أقل حجما وأكثر كفاءة فى إستخدام الطاقة.

وتتوقف الكثافة الحجمية للمساحيق الناتجة على حجم الجسيمات المجففة وعلى كونها مجوفة hollow أو لا وهذا يحدده نوع الغذاء وظروف التجفيف مثل تجانس حجم القطيرات ودرجة الحرارة والمحتوى من المواد الصلبة solids content ومدى وجود غازات aeration فى سائل التغذية feed liquid.

وتنتج المساحيق الفورية instant powders إما بإستخدام طرق التكتيل agglomeration والذى يتحقق بإعادة تبليل (تخضيل) remoisteningالجسيمات فى بخار منخفض الضغط فى مكتل agglomerator ثم إعادة التجفيف. والمكتلات يمكن أن تكون من نوع الطبقة المسيلة أو بالنفث jet أو القرص disc أو المخروط cone أو الحزام belt أو يحدث التكتل مباشرة أثناء التجفيف بالرش فيكتل مسحوق خضل moist نسبياً ويجفف فى مجفف ذى طبقة مسيلة متصل بالمجفف الرشاش.

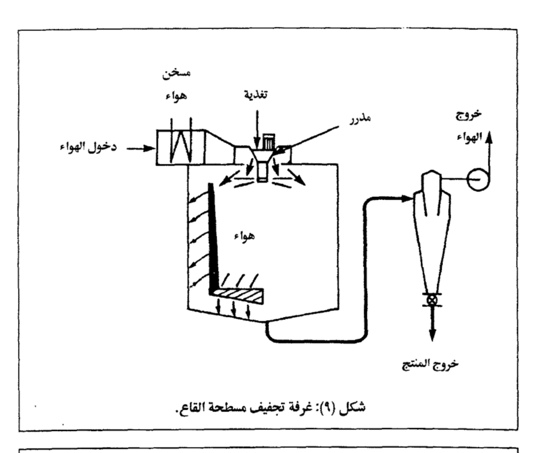
أما الطرق التى لاتعتمد على التكتل -non agglomeration methods فتستخدم عامل رابط binding agent مثل الليسيثين لربط الجسيمات. وقد أستخدمت هذه الطريقة مع الأغذية ذات المحتوى العالى نسبياً من الدهن كاللبن سابقاً ولكن يحل محلها الآن طرق التكتل.

ويمكن إجراء التجفيف بالرش على مرحلة واحدة أو أكثر:

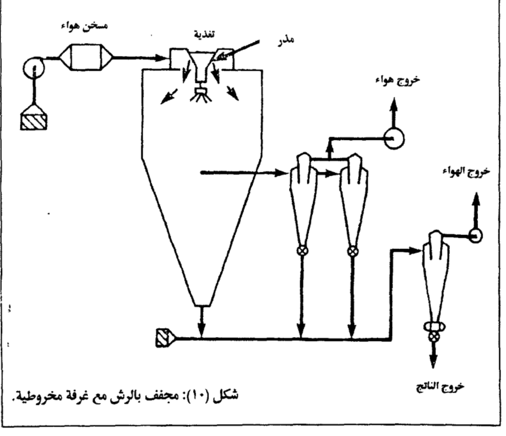
التجفيف بالرش على مرحلة واحدة
single-stage spray drying

ويعرف بأنه العملية التى يتم تجفيف المنتج فيها إلى محتواه الرطوبى النهائى داخل غرفة التجفيف بالرش فقط (شكلى ٩ ، ١٠). ويدخل هواء التجفيف خلال مرشحات إلى حيث يسخن حتى درجة حرارة التجفيف عادة بإحتراق الغاز الطبيعى المباشر ويدخل غرفة التجفيف بالرش من أعلا أما سائل التغذية فيدخل خلال المدرر الذى ينشر السائل على هيئة ضباب من قطيرات دقيقة جداً ويختلط هواء التجفيف بالقطيرات جيداً مما يحدث تبخيراً سريعاً للماء وتنخفض درجة حرارة الهواء وتتحول كل قطيرة إلى جسيم من المسحوق بينما لاترتفع درجة حرارة الجسيمات كثيراً نظراً للتأثير التبريدى للتبخر. وينزل المسحوق إلى القاع حيث يؤخذ ليبرد هوائياً إلى درجة حرارة التعبئة فى أكياس أو درجة حرارة التخزين أما المسحوق الذى يحمل مع الهواء فيذهب إلى الفراز الدوامى cyclone لتجميعه. وعادة المسحوق الناتج يكون دقيقاً fine معرضاً لتكوين غبار dusting وخواصه من حيث الذوبان فقيرة نسبياً. وهذه المجففات لها أشكال مختلفة كصندوق أو طويلة أو عريضة أو مسطحة القاع أو مخروطية لتلائم المنتجات المختلفة.

التجفيف بالرش على مراحل متعددة -multiple stage spray drying: ينخفض معدل الإنتشار مع إنخفاض محتوى الرطوبة وفى حالة التجفيف على مرحلة واحدة فإن الوقت اللازم للتخلص من نسب الرطوبة الأخيرة يأ ظم وقت البقاء فى المجفف وعلى ذلك فإن وقت البقاء للمسحوق هو تقريباً وقت البقاء للهواء ويبلغ ١٥-٣٠ثانية. أما فى التجفيف على مراحل عديدة فإن ز البقاء يزداد عن طريق فصل المسحوق من هواء التجفيف الأساسى وتجفيفه تحت ظروف حيث يمكن تغيير وقت بقاء المسحوق مستقلاً عن إنسياب الهواء. ويتم ذلك بالتعليق إما فى طبقة مسيلة أو على حزام متحرك، وبذا يمكن إنهاء عملية التجفيف فى وقت كاف وفى ظروف معتدلة. وقد أدى ذلك إلى كفاءة حرارية أعلا.



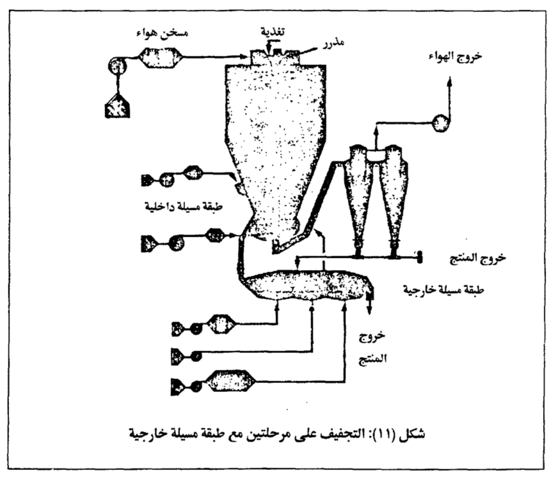
شكل (٩): غرفة تجفيف مسطحة القاع.



شكل (١٠): مجفف بالرش مع غرفة مخروطية.

التجفيف بالرش على مرحلتين
two-stage spray drying

يؤخذ المسحوق على رطوبة نسبية قدرها ٧٪ إلى طبقة مسيلة fluid bed للتجفيف النهائى والتبريد وهذا يسمح بإستخدام إما درجة حرارة خروج أقل أو درجة حرارة دخول أعلا مما يزيد من الكفاءة الحرارية ومن سعة غرفة التجفيف عن التجفيف على مرحلة واحدة. ويخرج الهواء عن طريق جانبى بينما يخرج المسحوق من عند القاع إلى الطبقة السائلة مما يزيد من وقت التجفيف من ٢٢ ثانية فى التجفيف على مرحلة واحدة إلى أكثر من عشر دقائق فى التجفيف على مرحلتين مما يسمح بإستخدام درجة حرارة أقل فى الطبقة السائلة (شكل ١١).

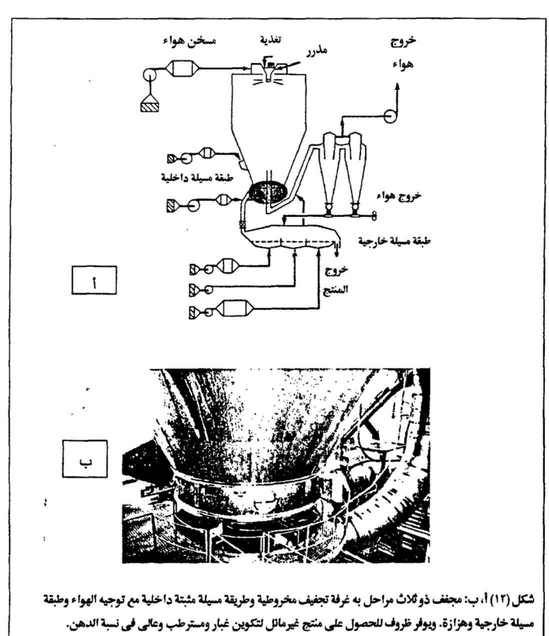


شكل (١١): التجفيف على مرحلتين مع طبقة مسيلة خارجية

التجفيف بالرش على ثلاث مراحل
three-stage spray drying

وهو إمتداد للتجفيف بالرش على مرحلتين حيث تدمج المرحلة الثانية للتجفيف فى غرفة التجفيف بالرش مع إجراء التجفيف النهائى فى مرحلة خارجية ثالثة (شكل ١٢). وهذا التصميم يسمح بخروج المنتج على نسبة رطوبة أعلا مما يتم فى التجفيف على مرحلتين وبذا تكون درجة الحرارة أقل وكذلك فإنه يحسن من ظروف تجفيف بعض المواد التى يصعب تجفيفها وتتحسن خواص

التسيل بخلط المسحوق المبتل الآتى من منطقة التجفيف بالرش مع مسحوق أكثر جفافاً فى الطبقة السائلة المدمجة فيه. وتصلح هذه الطريقة لإنتاج منتجات لاتكون غباراً non-dusty مسترطبة hygroscopic وذات نسبة دهن مرتفعة مع كون الناتج ذى كثافة حجمية عالية بإعادة العوادم الدقيقة fines إلى الطبقة المسيلة الخارجية أو إنتاج مسحوق ذى خواص إبتلالية أحسن بإجراء التكتيل agglomeration مباشرة مع إعادة العوادم الدقيقة fines إلى منطقة المذرر. ويمكن أيضاً إضافة سائل إلى الطبقة السائلة الداخلية مما يسمح بإجراء طرق التكتل المتقدمة sophisticated والليسثنة leathination. كذلك فهو يسمح بسعة إنتاج أكبر بأجهزة أقل حجماً وكذلك فإن إستهلاك الطاقة يقل بمقدار ١٠٪ عن التجفيف على مرحلتين.



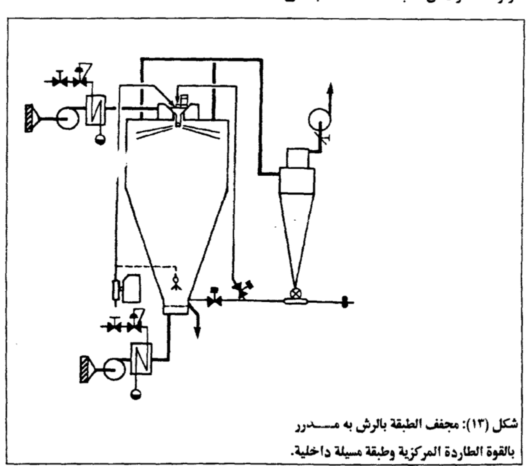
شكل (١٢) أ، ب: مجفف ذو ثلاث مراحل به غرفة تجفيف مخروطية وطريقة مسيلة مثبتة داخلية مع توجيه الهواء وطبقة مسيلة خارجية وهزازة. ويوفر ظروف للحصول على منتج غيرمائل لتكوين غبار ومسترطب وعالى فى نسبة الدهن.

مجفف الطبقة بالرش
spray-bed drier

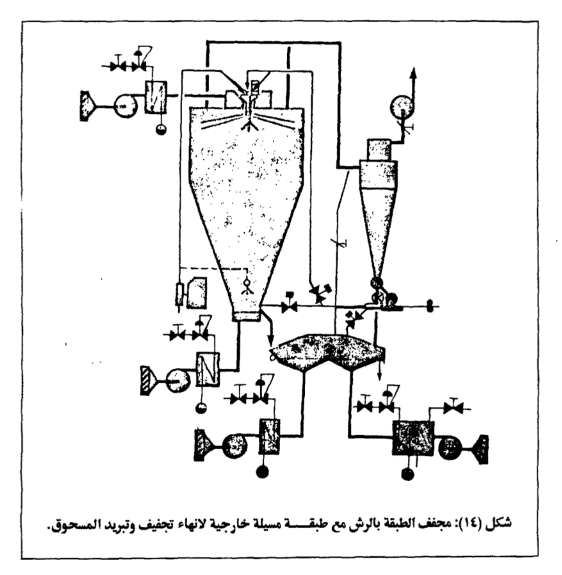
يتميز هذا المجفف بطبقة سائلة مدمجة integrated fluid bed عند قاع منطقة التجفيف ولكن مع دخول وخروج هواء التجفيف من أعلا الغرفة والطبقة السائلة في الغرفة تقلب بشدة وتدخل الجسيمات من منطقة التجفيف بالرش إلى الطبقة السائلة ونسبة رطوبتها تكون مرتفعة إلى ١٠-١٥٪ تبعاً للمنتج وتجفف في هذه الطبقة إلى ٥٪. ويمكن أن تكون متكتلات agglomerates مع المسحوق في الطبقة السائلة. كذلك تحمل العوادم الدقيقة fines إلى أعلا في المجفف بسرعة التسييل العالية وتمر خلال سحابة الرذاذ مكونة تكتلات أيضاً وتؤخذ المواد من الطبقة السائلة المدمجة الى طبقة سائلة خارجية للتجفيف النهائي والتبريد. وتستخدم مع المنتجات ذات المحتويات العالية من الدهن والسكر والبروتين (شكلى ١٣ ، ١٤).

أجهزة منع التلوث
pollution control devices

معظم المصانع تستخدم أنظمة لضمان نظافة الهواء الخارج exhaust air مع تجميع المسحوق بكفاءة حوالى ٩٥,٥٪. وفي المجففات بالرش تستخدم مجمعات أكياس مرشحة bag filter collectors مما يزيد من الناتج حتى ٠,٥٪. أو تستخدم طرق أخرى لمنع التلوث. كما تستخدم أجهزة لإستعادة الحرارة من هواء التجفيف.



شكل (١٣): مجفف الطبقة بالرش به مصدرر بالقوة الطاردة المركزية وطبقة مسيلة داخلية.



شكل (١٤): مجفف الطبقة بالرش مع طبقـــة مسيلة خارجية لانهاء تجفيف وتبريد المسحوق.

المجفـف ذو المجـرى / المجفـف ذو المجـرى والحـزام

trough dryers / belt trough dryers

عبارة عن حزام ناقل شبكى mesh conveyor belt معلق تعليقاً حراً بين أسطوانات rollers مكوناً شكل مجرى trough وتجفف فيـه قطـع الأغذيـة الصغيرة والمتجانسة مثل البسـلة والخضـر المكعبـة (مقطعه إلى مكعبات) ويدفـع الهـواء الساخن خـلال طبقة bed الغذاء. وتعمل حركـة النـاقل علـى خلـط وتقليب الغذاء لتعريض أسطح جديدة دائماً لهـواء التجفيف. وتعمل حركة الخلط على تحريك الغذاء بعيداً عن هـواء التجفيف مما يسمح بوقت لتتجه الرطوبة من داخل قطع الغذاء إلى السطح الجاف ثم تتبخر الرطوبة بسرعة عندما يتعرض الغذاء للهواء الساخن مرة أخرى. والمجفف يعمل على مرحلتين الأولى للتجفيف إلى ٥٠-٦٠٪ رطوبة ثـم إلى ١٥-٢٠٪ رطوبـة. ويتـم إنـهاء تجفيـف الأغذيـة فـى المجفف ذى الخزان bin dryer. وهذه المجففات

تتميز بإرتفاع معدل التجفيف (مثل ٥٥ق للخضر المكعبة إذا قورنت بخمسة ساعات فى المجفف النفق tunnel dryer) وهى ذات كفاءة عالية فى إستخدام الطاقة ويمكن التحكم فيها جيداً وكذلك تسبب أقل ضرر حرارى heat damage للمنتج ولكنها لاتصلح للأغذية التى تلتصق ببعضها.

المجفف النفق tunnel dryer

توضع الصوانى على عربات تمر بطريقة شبه مستمرة خلال نفق معزول. وتوضع الأغذية على الصوانى فى طبقات رقيقة ويوجد تصميمات مختلفة تسمح بإنسياب الهواء فى إتجاهات مختلفة (جدول ١). ويتم إنهاء تجفيف الأغذية فى مجفف ذى خزان ويمكن لنفق يبلغ طوله ٢٠م أن يحتوى على ١٢-١٥ عربة تحمل ٥٠٠٠ كجم من الغذاء. ويتم التجفيف فى ٥-١٦ ساعة ومع الفاكهة يسمح بعملية تجفيف موحدة دون ضرر للمنتج ويمكن أن يتم التجفيف فى أكثر من مرحلة إلى خمسة مراحل. ويحل محله الآن التجفيف بإستخدام الحزام الناقل المعلق والتجفيف بالطبقة المسيلة نظراً لتميزها بارتفاع الكفاءة فى إستخدام الطاقة وإنخفاض تكاليف العمال ومنتجات ذات جودة أحسن.

التجفيف الشمسى sun-drying

التجفيف الشمسى هو من أكثر العمليات الزراعية إنتشاراً من قديم الزمان ويستخدم فى تجفيف الفاكهة والحبوب. وقد تترك الأغذية على الأسطح مع التقليب المنتظم حتى تجف وهو بسيط ولايحتاج إلى رأس مال كبير ولكنه لايصلح إلا حيث توجد الشمس ويقف أثناء الليل وعند الغيام والمطر. يعيبه عدم التحكم فى ظروف التجفيف وكذلك معدلات تجفيف منخفضة وأقل من التجفيف الصناعى وتلوث المنتج بالغبار وخلافه. وهو بطىء وعادة لايعطى محتويات رطوبة أقل من ١٥-٢٠٪ وبذا فإن القيمة الحفظية للمنتج غير مرتفعة ومحدودة الزمن.

التجفيف بإستخدام الطاقة الشمسية solar drying

وهذه تقنية بسيطة وغير مكلفة وتحاول تقليل إستخدام الطاقة المولدة وتحاول تحسين جودة المنتج عن التجفيف الشمسى عن طريق تحكم أكبر فى ظروف التجفيف والحماية من الغبار والمطر والوصول إلى معدلات تجفيف أعلا. وإذا كانت سعتها للتجفيف أقل من تلك التى يتمتع بها التجفيف الشمسى وأن رأس المال المستثمر قد لايعطى عائداً مناسباً إلا مع المحاصيل ذات القيمة الأعلا كالأعشاب والتوابل والتى لايجفف منها إلا كميات صغيرة. وإعتمـ ـاده على الطاقة الشمسية/الشمس يحد من إمكانياته ومعظم طرق إستخدام الطاقة الشمسية تجمع هذه الطاقة وتسخن الهواء والذى يستخدم ـى التجفيف. وتقسم مجففات الطاقة الشمسية solar dryers إلى: ١- مجففات الدوران الطبيعى المباشر direct natural-circulation dryers وهى إرتباط بين مجمع collector (للطاقة) وحجرة تجفيف. ٢- مجففات مباشرة مع مجمع collector منفصل direct dryers with a separate collector.

٣- مجففات الحمل المدفوع غير المباشر indirect forced-convention dryers وفيها هناك مجمع منفصل collector عن حجرة التجفيف.

ولتحسين إستخدام الطاقة الشمسية قد يستخدم مجرى لهذه الطاقة solar trough وكذلك قد يستخدم المرايا لزيادة الطاقة الشمسية. وقد يستخدم أيضاً بالإضافة للطاقة الشمسية مصدر طاقة آخر.

ثانياً: مجففات الأسطح الساخنة

heated-surface dryers

إن المجففات التى يتم فيها التسخين بالتوصيل conduction لها ميزتان أساسيتان عن التجفيف فى الهواء الساخن hot-air drying:

١- أنه ليس من الضرورى تسخين حجم كبير من الهواء قبل بدء التجفيف ولذا فإن الكفاءة الحرارية عالية.

٢- أن التجفيف يمكن أن يتم فى غياب الأكسجين لحماية الأغذية التى تتأكسد بسهولة.

فإستهلاك الحرارة فى هذه المجففات يتراوح مابين ٢٠٠٠ - ٣٠٠٠ كيلو جول لكل كيلو جرام ماء يتم تبخيره بينما تبخير كيلو جرام من الماء فى مجففات الهواء الساخن قد يستلزم ٤٠٠٠-١٠٠٠٠ كيلو جول. ولكن لأن الأغذية معامل توصيلها الحرارى منخفض وينخفض أكثر بالتجفيف فيجب أن تكون طبقة الغذاء رفيعة لسرعة توصيل الحرارة بدون حدوث ضرر. كما أن الأغذية قد تنكمش وترتفع عن سطح التسخين أثناء التجفيف وينتج عن ذلك عائق جديد بين الغذاء وسطح التجفيف. كذلك فإن التحكم فى وضبط الخواص الإنسيابية لتقن التغذية feed slurry مسألة حرجة حتى يمكن تقليل الإنكماش إلى أقل قدر ممكن ولتحديد سماكة طبقة التغذية feed layer.

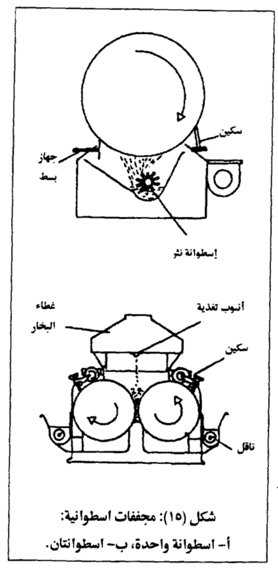
المجففات الأسطوانية

drum/roller dryers

عادة تستخدم أسطوانات مجوفة من الصلب غير القابل للصدأ وتسخن داخلياً ببخار تحت ضغط إلى ١٢٠°م - ١٧٠°م وإن كان هناك وحدات تحت التطوير لتسخينها بالغاز مباشرة أو بالزيت. وتبسط طبقة غذاء رفيعة بتجانس على السطح الخارجى إما بالغمس dipping أو بالرش spraying أو بالبسط spreading ويكشط الغذاء المجفف بواسطة نصل doctor blade الذى يلامس سطح الأسطوانة بطريقة موحدة وبطولها. وهذه المجففات قد تتكون من أسطوانة واحدة أو أسطوانتين (شكل ١٥).

والأسطوانة الواحدة منتشرة نظراً لمرونتها ولأن نسبة أكبر من سطح الأسطوانة تكون متاحة للتجفيف ولسهولة صيانتها ولأنه ليس هناك مخاطر من وقوع أشياء معدنية بين الأسطوانات. ومعدلات التجفيف فى المجففات الأسطوانات عالية وكذلك كفاءتها فى إستخدام الطاقة عالية وهى تصلح للتقنيات slurries حيث الجسيمات قد تكون كبيرة للتجفيف بالرش وهى تستخدم فى إنتاج رقائق البطاطس potato flakes والحبوب سابقة الإعداد precooked cereals ودبس السكر molasses وبعض الشوربات الجافة وهريس الفواكه والشرش وجوامد التقطير الذائبة distillers solubles لعلف الحيوان.

(فراغ) ولكن هذه أثمانها عالية وقد لاتصلح إقتصاديا إلا مع المنتجات ذات القيمة العالية.
ولذا فقد نافست طرق التجفيف بالرش التجفيف على أسطوانات وحلت محلها فى بعض الإستخدامات. ولو أن من التطويرات التى دخلت على التجفيف على الأسطوانات إستخدام أسطوانات إضافية لإزالة وإعادة بسط الغذاء على أسطوانات التجفيف وإستخدام هواء سريع جدا لزيادة معدل التجفيف وتبريد المنتج بالهواء البارد لتحسين المنتج.

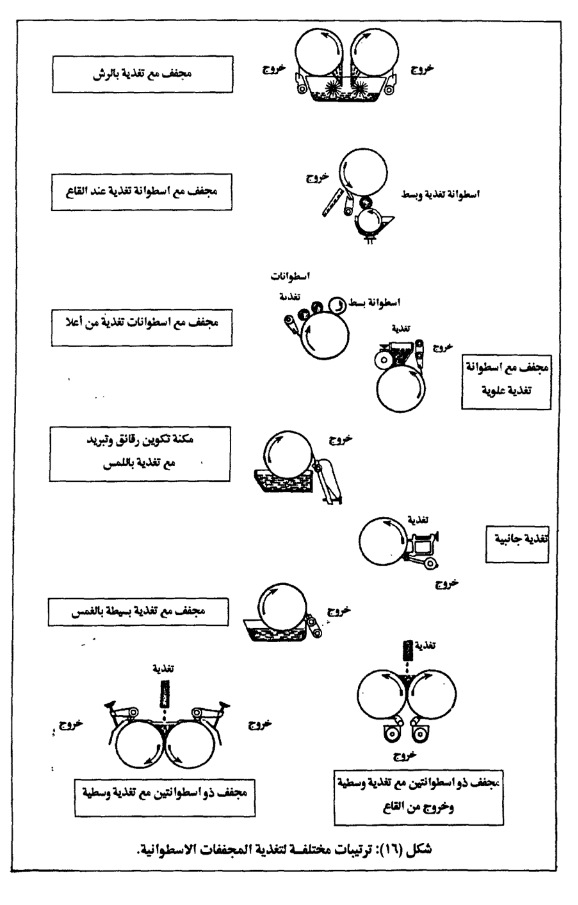


شكل (١٥): مجففات اسطوانية:
أ- اسطوانة واحدة، ب- اسطوانتان.

ومن الشكل (١٦) يظهر أن هناك عدة طرق لتغذية الأسطوانات بالمواد الغذائية المراد تجفيفها وإختيار إحداها يتوقف على هذه المادة الغذائية وخواصها وينصح بإجراء تجارب للإختيار لتعزيز حسابات إختيار أحسن مجفف ولتحديد المكان الذى يقصد تكوين الفلم عليه.
وللمواد الغذائية الحساسة للحرارة قد يجرى التجفيف على أسطوانات تحت ضغط منخفض

مجففات الفراغ vacuum dryers

للتجفيف تحت فراغ عدة مزايا فهو يسمح بإستخدام درجات حرارة منخفضة نسبيا عن التجفيف تحت الضغط العادى فيقل ضرر الحرارة وكذلك يكاد لايحدث أكسدة أثناء التجفيف.
وأنظمة التجفيف تحت الفراغ لها أربعة مكونات:
١- غرفة فراغ vacuum chamber. ٢- مصدر للحرارة heat supply. ٣- وحدة تكوين الفراغ vacuum producing unit. ٤- جهاز أو طريقة لتجميع بخار الماء عند تبخره من الغذاء وقد يكون هذا فى حالة إستخدام مضخة تفريغ vacuum pump عن طريق مكثف condenser والذى يجمع البخار لمنعه من دخول المضخة.
وقد ينتج الفراغ عن طريق قاذف بخارى steam ejector حيث يقذف بسرعة عالية من خلال فتحة ويسحب هذا البخار الهواء وبخار الماء من غرفة الفراغ. و تكاليف هذه الأجهزة غالية فى التشغيل ورأس المال مع معدلات إنتاج منخفضة.



شكل (١٦): ترتيبات مختلفة لتغذية المجففات الاسطوانية.

مجفف الشريط/الحزام تحت فراغ
vacuum band dryer

يبسط تقن الغذاء food slurry على شريط أو حزام من الصلب والذى يمر على أسطوانتين مجوفتين داخل غرفة فراغ على ١ - ٧٠مم زئبق ويسخن الغذاء على الأسطوانة الأولى التى تسخن بالبخار ثم بواسطة ملفات تسخن بالبخار أيضا أو بمسخنات إشعاع radiant heaters توجد فوق الشريط/الحزام ويبرد الغذاء المجفف بواسطة الأسطوانة الثانية التى يبردها الماء ثم يزال الغذاء المجفف بواسطة نصل. ونظرا للتجفيف السريع وضرر الحرارة المحدود فإن هذه الطريقة تصلح للإغذية الحساسة للحرارة.

مجفف الأرفف تحت فراغ
vacuum shelf dryer

الأرفف فى هذا المجفف مجوفة hollow وتوجد فى غرفة فراغ ويوضع الغذاء فى طبقات رفيعة على صوانى مسطحة معدنية والتى يراعى فيها ملامسة جيدة مع الأرفف ويكون فراغ قد يتراوح مابين ١- ٧٠ مم زئبق ويمرر بخار أو ماء ساخن خلال الأرفف لتجفيف الغذاء. والتجفيف هنا كالطريقة السابقة سريع كما أن ضرر الحرارة أيضا محدود ولكن يجب منع إحتراق الغذاء على الصوانى كما أن إنكماش الغذاء يقلل من الملامسة بين سطح التجفيف والغذاء الجاف كما فى الطريقة السابقة.

وكلا الطريقتين السابقتين تستخدمان فى إنتاج الأغذية المجففة المنتفخة puff-dried foods. حيث يجفف الغذاء أولا تجفيفا جزئيا إلى محتويات رطوبة معتدلة moderate ثم يقفل عليه فى غرفة ضغط pressure chamber ثم يرفع كل من الضغط ودرجة الحرارة ثم تزال فوريا instantly ويعمل فقد الضغط السريع على تمدد الغذاء مكونا تركيبا ذا ثغور دقيقة fine porous structure مما يساعد على التجفيف النهائى وإعادة التكوين/التميؤ rehydration كما يحتفظ الغذاء بخواصه الحسية والغذائية وقد أستخدمت هذه الطريقة أصلا مع منتجات حبوب الأفطار ثم إمتد إستخدامها لمنتجات الفواكه والخضر.

المجفف الوميضى الدوام
spin-flash dryer

تم تطوير المجفف الوميضى الدوام لإنتاج مسحوق موحد بطريقة مستمرة من السوائل اللزجة viscous liquids والعجائن المتماسكة cohesive pastes والأوحال sludges إذ أن إزالة الماء ميكانيكيا من التقن slurry يكلف أقل من ازالته حراريا إلا أن الناتج هو عجينة paste أو كعكة ترشيح filter cake لاتصلح للتجفيف بالرش ويصعب معاملتها فى المجـ ـات الأخرى ومن هنا طور المجفف الوميضى الدوام الذى يمكنه إنتاج مسحوق بصفة مستمرة من هذه العجائن وكعك الترشيح دون الحاجة لطحنها.

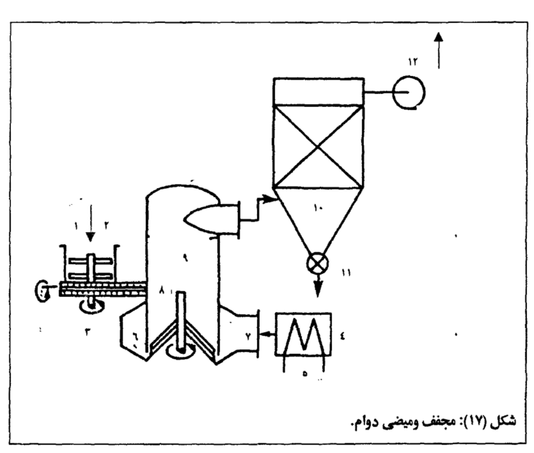
ويتكون المجفف الوميضى الدوام من طبقة سائلة تقلب agitated fluid bed. وكما فى شكل (١٧) فإن وحدته تتكون من غرفة تجفيف ٩ عبارة عن أسطوانة رأسية مع قاع مخروطى مقلوب ومدخل هواء حلقى annular ٧ وتقلب على محور axially mounted rotor ٨ ويدخل هواء التجفيف مسخن الهواء ٤ ويسخن مباشرة بإحتراق

الغاز ٥ ويدخل بالتماس ٦ من مدخل الهواء الساخن enters the hot-air inlet plenum tangentially وهذا الدخول التماسى مع عمل العضو الدوار rotor يسبب إنسيابا غازيا مضطربا ودواما turbulent whirling gas flow فى حجرة التجفيف.

وتدخل مادة التغذية فى فترات التغذية، حيث يقلبها مقلب بطىء الحركة ٢ مكسرا الكعكة إلى ثلاث أجزاء بتجانس uniform consistency ويضغطها بلطف إلى حلزونة التغذية ٣ feed screw وكلا المقلب وحلزون التغذية يمكن تعديل سرعتيهما.

وعند دخول مادة التغذية من حلزون التغذية إلى غرفة التجفيف تغطى بطبقة من المسحوق الجاف وهذه الكتل lumps تقع فى الطبقة السائلة وتبقى فى حركة مستمرة بواسطة الدوار rotor وعندما تجف فإنها تحك abraded بواسطة كل من الإحتكاك attrition فى الطبقة السائلة والتأثير الميكانيكى الدوار rotor وبذا تتكون طبقة مسيلة متوازنة تحتوى كل الحالات الوسطية بين المادة الخام والناتج النهائى.

وتحمل الجسيمات الأكثر جفافا والأخف مع الهواء فى تيار هواء التجفيف بجانب الحوائط مارة بنهاية حلزون التغذية وبذا تتكون حركة خلط عكسى back mixng مستمرة فى قلب المجفف وهى تمر عند قمة الغرفة خلال فتحة orifice التقسيم والتى يمكن ضبطها بحيث تمنع مرور الجسيمات الكبيرة وتميل الكتل الكبيرة إلى أن تقع مرة أخرى فى الطبقة السائلة لإستمرار تجفيفها.



شكل (١٧): مجفف وميضى دوام.

والهوا الخارج من الكيس المجمع ١٠ bag collector يمر خلال مروحة طاردة ١٢ exhaust ويكون في نظافته بحيث يمكن إستخدامه في نظام إستعادة الحرارة. ويخرج المسحوق الجاف بإستمرار من قاع الكيس المجمع خلال صمام العادم ١١ exhaust.

ويتميز المجفف الوميضى الدوّام بميزتين تجعله يصلح لتجفيف المواد الحساسة للحرارة: ١- المسحوق الجاف يحمل بعيداً بمجرد تكونه نظراً لكونه خفيفاً بدرجة كافية وبذا لايدخل مرة أخرى لمنطقة الهواء الساخن. ٢- وتتكون الطبقة السائلة/المسيلة من مسحوق خضل moist والذى يجرف القاع وأسفل الحوائط فى غرفة التجفيف جاعلاً درجة حرارتها أقل من درجة حرارة مخرج الهواء فى المجفف.

وينتج عن المجفف الوميضى الدوّام جسيمات أدق فى الحجم عن تلك الناتجة من المجفف بالرش وبذا فقد وجد أنه يمكن إستخدام درجة حرارة خروج أقل قليلاً للحصول على مسحوق به نفس نسبة الرطوبة وهذا يساعد على زيادة الكفاءة الحرارية.

وسرعة الهواء خلال القطاع العرضى لغرفة التجفيف مهم كعامل من عوامل التصميم وتحدد جزئياً عن طريق الحجم النهائى المرغوب للجسيم والسرعة الأقل تميل إلى خفض حجم الجسيم المجفف النهائى الذى يحمل إلى خارج الغرفة. ولكن العامل المهم هو ثبات الطبقة السائلة المعقدة جداً والتى يجب ألا تترسب فى موزع الهواء أو تنفخ خارج قمة الغرفة. وتحدد السرعة القصوى بالإختبار مع كل منتج ويمكن بعد ذلك إختيار قطر غرفة التجفيف لإعطاء معدل تبخير الماء المرغوب. وتضبط السعة لإستقبال مايصل إليها من ناتج من الأجهزة الأخرى التى تسبقها فى الخط ويمكن إستخدام دَن vat تغذية كبير لإستقبال مايأتى من ناتج أنتج بطريقة الدفعات من مرشح بالضغط filter press مثلاً بحيث يعمل المجفف بطريقة مستمرة.

التجفيف فى دائرة مغلقة
closed-cycle drying

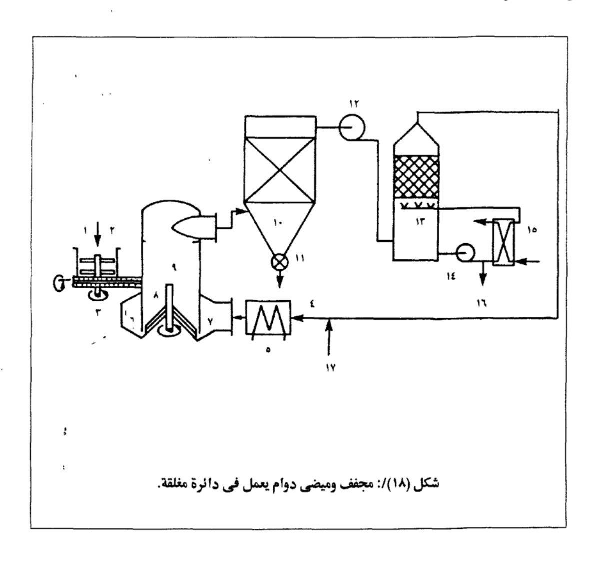
يمكن إستخدام المجفف الوميضى الدوام كمجفف فى دائرة مغلقة مع إستخدام النتروجين كوسط تجفيف خاصة مع مسحوق أساسه مذيب -solvent based powder مما يسمح بإستفادة كاملة للمذيب وهذا يظهر فى شكل (١٨). وتمتد العملية السابق شرحها مع تبريد وتنظيف الغاز الخارج من غرفة التكييس bag house فى المكثف ١٣ بإستخدام مذيب مبرد من مبادل حرارى ذى ألواح ١٥ كوسط للتنظيف scrubbing ويخرج المذيب المستعاد عند ٦ [illegible]ى تيار إلى أسفل من مضخة إعادة دوران المنظف scrubber ١٤ بمعدل مضبوط ويحتفظ بالضغط فى غرفة التجفيف على مستوى أعلا قليلا من [illegible]ط المحيط ambient عن طريق إستخدام مزيل نتروجين بالضغط pressurized nitrogen purge ١٧ والمسخن ٥ يستخدم إما ملفا بخاريا أو نظاما سائلا حراريا من مسخن خارجى.

وفى ترتيب آخر يمكن إستخدام مسخن بالإحتراق المباشر حيث يعاد دوران نواتج الإحتراق خلال

المكثف والغاز الزائد يخرج للهواء ويكون مستوى الأكسجين فى هذا النظام بحيث يضبط إلى أقل من ٥٪ ويسمى هذا النظام "أكسجين منخفض "Low Oxygen Lo-Ox".

وبجانب إستخدام هذا المجفف فى تجفيف كثير من الكيماويات والصبغات التى تستخدم مع الأغذية فقد أجريت تجارب على إستخدامه فى تجفيف اللجنين والصموغ وجل الشيتوزان Chitosan gel وعجينة لحم السرطان crab meat paste وكعكة الكاكاو ditched cocoa cake.

ويحتاج الجهاز إلى وقت بقاء residence time أقل من المجفف بالرش ولذا فهو أصغر كثيرا ويحتاج إلى مساحة بناء أقل وكذلك يوفر أكثر لانه يستطيع التجفيف إلى نسبة مواد صلبة أعلا. ولكن قد لايصلح مع بعض المنتجات التى تنتج بالتجفيف بالرش مثل عند الإحتياج إلى جسيمات ذات حجم فى مدى معين وكروية وحرة الإنسياب أو إذا إحتاج الأمر إلى التكتيل agglomeration.



شكل (١٨)/: مجفف وميضى دوام يعمل فى دائرة مغلقة.

إختيار المجفف selection of dryer

يعطى جدول (٣) تقسيماً للمنتجات المجففة وأنواع المجففات للمساعدة فى عملية إختيار المجفف المناسب وفيه يوجد متوسط معدلات التبخير المتوصل إليها بالخبرة مع العلم بأن معدلات التجفيف تتباين كثيراً بالنسبة للمواد المختلفة وإختلاف خواصها الكيماوية والفيزيقية. كذلك فإن ظروف التجفيف مثل درجة الحرارة ومدى الرطوبة الذى يتم عليهما تجفيف المادة لها تأثير على معدل التبخير وعلى ذلك فإنه عند إستخدام هذا الجدول فإنه من المهم مراعاة طبيعة المنتج والظروف التى يتعرض لها للحصول على الدقة اللازمة.

وفى الإختبار الأولى للمجفف يراعى النقاط الآتية:

١- هل تسمح الخواص الفيزيقية لمادة التغذية feed لإجراء إزالة ماء جزئياً ميكانيكياً مثلاً لخفض حمل التبخير؟

٢- هل الكمية التى سيتم مناولتها فى وحدة من الزمن تسمح بإستخدام طريقة الدفعات أم الطريقة المستمرة؟

٣- مع معرفة خواص المنتج يختار نوع المجفف أو المجففات التى تصلح لمناولة كلاً من مادة التغذية المبتلة wet feed stock والمنتج الجاف بطريقة مرضية.

٤- من معرفة الواجب التبخيرى المطلوب required evaporative duty أى كتلة الماء الكلية التى ستبخر فى وحدة الزمن وبإستخدام متوسط معدل التبخير م E_{av} من الجدول يقدر حجم المجفف.

٥- من حجم المجفف يقدر ثمن وتكاليف المجفف بإستخدام منحنيات خاصة.

وبالرغم مما تقدم فإن إجراء إختبارات على نطاق إسترشادى pilot testing ضرورى لتعضيد هذه الحسابات النظرية ولإثبات أن هذا المجفف المعين يمكن أن يسمح بتناول المنتج بطريقة مرضية. وربما إحتاج الأمر إلى مناقشة هذا مع صانع المجفف والذى يمكنه أن تجرى إختبارات لعمل التوصيات اللازمة.

إستخدام الطاقة بكفاءة فى التجفيف efficient energy utilization in drying

فى إختبار الإختيارات المختلفة للتجفيف فإن المحك الأول هو "التكاليف لكل وحدة وزن cost per unit weight" للمنتج المجفف وبجانب ذلك ينظر إلى وحدة تشغيل التجفيف unit operation of drying فى تناسق مع بقية العمليات مثل إمكان إجراء إزالة ماء ميكانيكا أو التشكيل المبدئى preforming te...niques فى تقدير للطاقة الكلية.

وفى إعتبار العوامل التى تؤثر على ...اءة المجفف ومايمكن عمله للوصول على أعلا كفاءة يجب الإحتفاظ بالأغراض الآتية دائماً.

١- أقصى إنخفاض لدرجة الحرارة فى نظام المجفف يعنى إستخدام عال للطاقة أى أقصى درجة حرارة فى الدخول وأقل درجة حرارة فى الخروج.

جدول (٣): تقسيم المنتجات وأنواع المجففات كعاملين مساعدين فى إختيار المجفف.

نوع المجفف	معدل التبخير رطل/قدم[٢].ساعه المتوسط=م ب	سوائل، معلقات سائلة	عجائن، كعكة مزال منها ماء	مساحيق	حبيبات، قريصات، مبثوقات	التشغيل
- حلة تقليب ضغط جوى	١,٠ — ٥,٠ م ب = ٣,٠	متوسط	متوسط	متوسط	فقير	دفعات
- حلة تقليب ضغط أقل من جوى	١,٠ — ٥,٠ م ب = ٣,٠	متوسط	متوسط	متوسط	فقير	دفعات
- حمل حرارى مدفوع انسياب هواء خلال through flow	١,٠ — ٢,٠ م ب = ١,٥	–	–	–	جيد	دفعات
- حمل حرارى مدفوع انسياب هواء عبر cross-air flow	٠,١٥ — ٠,٢٥ م ب = ٠,٢	فقير	متوسط	متوسط	جيد	دفعات
- دوّار مباشر*	٢,٠ — ٦,٠ م ب = ٤,٠	–	متوسط	متوسط	جيد	مستمر
- دوّار غير مباشر*	١,٠ — ٣,٠ م ب = ٢,٠	–	فقير	جيد	متوسط	مستمر
- رشاش	٧,٠ — ٣٣,٠ م ب = ٢٠,٠	جيد	–	–	–	مستمر
- شريط ناقل انسياب هواء خلال through flow	٢,٠ — ١٠,٠ م ب = ٦,٠	–	متوسط	–	جيد	مستمر
- طبقة مسيلة انسياب هواء خلال	٢ — ٥٠ م ب = ٢٦	–	–	جيد	جيد	مستمر
- فلم على اسطوانة ضغط جوى	٣,٠ — ٦,٠ م ب = ٤,٥	جيد	متوسط	–	–	مستمر
- مقلب tumbler مخروطى مزدوج، أقل من ضغط جوى	١,٠ — ٣,٠ م ب = ٢	–	فقير	متوسط	فقير	دفعات
- هوائى pneumatic أو وميضى flash	٥٠ — ٢٥٠ م ب = ١٥٠	–	متوسط	جيد	متوسط	مستمر

* معدل التبخير فى المقلبات الدوارة معبر عنها كرطل/قدم[٣].ساعة

٢- مع مراعاة مستويات الرطوبة وإحتمالات مشاكل التكثف يستخدم أقصى مايمكن من إعادة إستخدام الهواء air recirculation أى يخفض إلى أقل قدر مقدار مايخرج من المجفف exhaust من الهواء.

٣- يختبر إمكان إستخدام التجفيف فى إتجاه عكسى counter current أى: أ- عملية ذات مرحلتين مع خروج الغازات exhaust gases من مجفف نهائى إلى مجفف مبدئى predryer أو ب- تسخين مبدئى preheating للهواء الداخل بوضع مبادل حرارى عند خروج الغازات.

٤- إستخدام التسخين المباشر direct كلما أمكن ذلك للحصول على أكبر قدر من الحرارة من الوقود ومنع فقد الحرارة فى المبادل الحرارى.

٥- خفض الفقد عن طريق الإشعاع والحمل بإستخدام عزل حرارى كفء ومع ذلك فإنه يحدث فقد حرارى مثل الفقد فى الحرارة المحسوسة sensible heat للمواد الصلبة. وربما كان الحصول على أحسن الظروف يستلزم إرتباطاً بين طرق تجفيف مختلفة أو أكثر من نوع من المجففات.

أنواع المجففات types of dryers: إذا إحتاج الأمر إلى درجة حرارة دخول مرتفعة high inlet temperature فإن المجفف الوميضى flash أو الهوائى pneumatic له إحتمالات جيدة لتجفيف إقتصادى. حيث يتم تبريد وميضى بحيث لايحدث ضرر حرارى للمنتج. كذلك فإن معدل التبخير فى هذا المجفف مرتفع ولكن نظراً لتعرض المواد الصلبة للغازات لفترة قصيرة فربما فى بعض الأحيان لايتم التوصل إلى رطوبة نهائية منخفضة. ولكن استخدام المجفف الهوائى مع مجفف دوّار rotary أو مجفف ذى طبقة مسيلة مستمر continuous fluidized-bed dryer يسمح بوقت بقاء residence time كاف للسماح للرطوبة بالإنتشار diffusion.

وفى حالة تجفيف كعك الترشيح قد تجرى عملية بثق extrusion أو تشكيل مبدئى preforming قبل التجفيف بغرض زيادة مساحة سطح المنتج لزيادة معدلات التبخير وإستخدام مصانع تجفيف أصغر وأكثر كفاءة إذ قد يزيد معدل التبخير بهذا التشكيل المبدئى إلى الضعف فرغم إجراء خطوة إضافية فى الخط فإنه يحدث وفر فى إستخدام الطاقة يعوض تكاليف هذه العملية الجديدة مع إستخدام أحسن لأرضية المصنع نظراً لإستخدام مجفف ذى أبعاد أقل.

وفى حالة الرغبة فى تجفيف مادة يمكن ضخها إلى مجفف بالرش فربما أمكن توفير طاقة إذا إزيل جزء من محتواها الرطوبى بإستخدام مرشح دوار تحت فراغ rotary vacuum filter فمثلاً ينخفض المحتوى الرطوبى للمادة من ٣٥٪ إلى ١٤٪ فى هذا المرشح وفى هذه الحالة لاتصلح المادة للضخ فى المجفف بالرش ولكن يمكن فى المرحلة الثانية إستخدام مجفف هوائى pneumatic للوصول إلى نفس نسبة الرطوبة المرغوبة فى الناتج النهائى والمفترض أنها ٠,١٪. ويحدث وفر

في إستخدام الطاقة حتى مع الأخذ في الإعتبار الطاقة المستخدمة في المرحلة الأولى أي الإزالة الميكانيكية للماء في المرشح. وهناك فوائد إضافية لذلك وهي الفروق في حجم الهواء المستخدم في كل من المجففين بالرش والهوائي مما يعني أن الأشياء الإضافية ancillaries مثل أجهزة تنظيف الغازات تكون أصغر وأقل تكلفة في حالة المجفف الهوائي وكذلك الحال مع أجهزة الإحتراق والمراوح وماشابه ذلك. وربما كان الوفر حوالي ٥٠٪. ولتحسين كفاءة تشغيل المجفف فإنه في حالة المجفف الهوائي pneumatic مثلاً يحدث وفر في الطاقة إذ إستخدم هذا المجفف في دائرة مغلقة closed-circuit أي إعادة دوران recycling الغازات الساخنة بدلاً من نبذها كلها total rejection وينتج عن هذا مايسمى المجفف الهوائي "ذي التخميل" الذاتي "self-inertizing" pneumatic dryer (شكل ١٩) وبه حلقة مغلقة closed loop مع قفل الأنابيب لمنع دخول ingress الهواء المحيط أي أن الغازات الساخنة يعاد دورانها مع كمية صغيرة نسبياً تنبذ للخارج exhaust ومايماثلها من كمية هواء يسمح بها عند الموقد. وينتج عن ذلك مستويات أكسجين يحتفظ بها عند ٥٪. وبذا يمكن إستخدام درجات حرارة أكثر إرتفاعاً وإمكان تجفيف المنتجات التي قد تتأكسد تحت الظروف العادية. بجانب تذكر أن كمية الغاز الخارج هي جزء من كمية الهواء الخارج في حالة المجفف الهوائي التقليدي مما يقلل من مشاكل التخلص من الغازات.

شكل (١٩): مجفف هوائي ذو تحميل ذاتي.

والغازات في حالة التخميل الذاتي -self inertizing في حلقة مغلقة معظمها (٤٠-٥٠٪) منها بخار ماء. ويمكن إستخدام درجات حرارة أعلا في التشغيل لأن كتلة الغاز في هذا النظام لسعة حرارية معينة تكون أقل من المجفف التقليدي كثيراً ولأن مستويات الأكسجين أقل فيمكن إستخدام درجات حرارة أعلا كثيراً مما يسمح بتقليل حجم المجفف ذي الدورة المغلقة. وربما كان ذلك إلى النصف كما يحدث وفر في إستخدام الطاقة.

وفي كل من المجفف بالرش والمجفف الدوار rotary فإن كتلة الهواء المناسب mass air flow يمكن تغييرها ممايسهل تعديل المجفف عند خفض معدل التغذية. ولكن في حالة المجفف الهوائي وكذلك مجفف الطبقة المسيلة الحقيقي فإن الغازات تؤدي وظيفتي إدخال الحرارة بغرض التجفيف وكذلك نقل المواد الجاري تجفيفها ولذا يجب أن يكون إنسياب كتلة الغازات ثابتاً ولايكون هناك أي طريقة لتعديل هذه المجففات إلا بخفض درجة حرارة دخول المادة inlet temperature بما يكون له تأثير عكسي على الكفاءة الحرارية وعلى ذلك يراعى متطلبات إنتاج واقعية.

تأثير التجفيف على الأغذية
effect of dehydration on foods

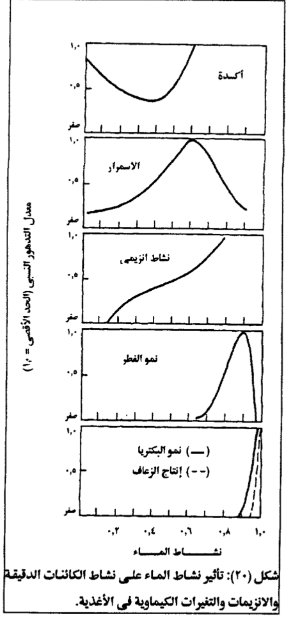
١- التأثير على الكائنات الدقيقة وبعض التفاعلات الكيموحيوية

أ- معظم نشاط الكائنات الدقيقة يثبط على نشاط ماء نم Aw أقل من ٠,٦ فالفطر يثبط تحت ٠,٧ نم، والخميرة تحت ٠,٨ نم ومعظم البكتريا تحت ٠,٩ نم وإذا كان هناك عامل آخر - بيئي- مثل درجة الحرارة أو رقم جن أو الأكسجين أو ثاني أكسيد الكربون أو عطان (مادة حافظة كيماوية) في غير مستواها الأمثل بالنسبة لكائن دقيق معين فإن تأثير نم يزداد أو يعزز كما هو واضح في شكل (٢٠). وعلى ذلك فإن هذا يسمح بعمل إرتباطات بين هذه العوامل المعتدلة mild تسمح بحفظ الأغذية دون تأثير كبير عليها. [أنظر: بلال - (نشاط الماء)].

ب- يكاد يقف النشاط الأنزيمي على قيم نم أقل من قيمة الطبقة الواحدة ب.أ.ت BET ويرجع هذا إلى إنخفاض قدرة تحرك mobility مادة التفاعل ومقدرتها على الإنتشار إلى موقع التفاعل على الإنزيم شكل (٢٠).

جـ- التفاعلان الكيماويان الهامان اللذان يحدثان في الأغذية ذات قيم نم منخفضة هما التلون البني لما يارد Maillard browning وأكسدة الدهون. فمعدل التلوث البني/الاسمرار يختلف بإختلاف قيم نم وبإختلاف الغذاء ولكن عموما فإن نم منخفض يحد من قدرة المواد الداخلة في التفاعل reactants وبهذا ينخفض تكون اللون البني/الاسمرار ولكن بإرتفاع نم يزداد التلون البني/الاسمرار حتى يصل إلى أقصاه وينتج الماء عن التكثف في التلون البني/الاسمرار وعند مستويات رطوبة أعلا يثبط التلون البني/الاسمرار بطريقة تثبيط النواتج النهائية end-product inhibition. وعند محتويات رطوبة عالية فإن الماء يخفف من تركيز المواد الداخلة في التفاعل وينخفض معدل التلون البني/الاسمرار (شكل ٢٠).

ينخفض النشاط الحفزى للمعادن عن طريق التميؤ hydration وتكوين أيدروكسيدات غير ذائبة ولكن عند قيم نم عالية تصبح الحوافز المعدنية ذائبة وينتفخ تركيب الغذاء مما يعرض مواقع متفاعلة reactive sites أكثر (شكل ٢٠).



شكل (٢٠): تأثير نشاط الماء على نشاط الكائنات الدقيقة والانزيمات والتغيرات الكيماوية فى الأغذية.

أما أكسدة الدهون فتقع على قيم نم منخفضة نظراً لفعل الشقوق الحرة free radials فعلى قيم أعلا من قيمة الطبقة الوحيدة ب.أ.ت BET تذوب المواد المضادة للأكسدة وعوامل الخلب - والتى تخلب المعادن النادرة trace metals الحافزة - وتقلل من معدل الأكسدة وعند قيم نم أعلا

٢- القيمة الغذائية nutritive value

تختلف المراجع فى القيم الغذائية للمواد المجففة ويرجع ذلك إلى الإختلافات الكبيرة فى طرق التحضير وفى درجات حرارة التجفيف وزمن التجفيف وفى ظروف التخزين وفى حالات الفواكه والخضر فإن الفقد أثناء التحضير يفوق ذلك الذى يحدث أثناء التجفيف عادة.

وتختلف الفيتامينات فى مقدار ذوبانها فى الماء وبتقدم عملية التجفيف فبعضها مثل الريبوفلافين تصبح فوق مشبعة وتترسب من المحلول ولذا فالفقد منها بسيط. وفيتامينات أخرى مثل حمض الأسكوربيك (فيتامين ج) تبقى ذائبة حتى ينخفض المحتوى الرطوبى إلى مستويات منخفضة ويتفاعل الفيتامين مع المواد الذائبة على معدلات أعلا بتقدم التجفيف كما أن فيتامين ج حساس لكل من الحرارة والأكسدة. وينصح بإستخدام أزمنة تجفيف قصيرة ودرجات حرارة منخفضة وزطوبة منخفضة ومستويات أكسجين منخفضة أثناء التخزين لخفض الفقد. كذلك فالفيتامين ثيامين حساس للحرارة ولكن بعض الفيتامينات الأخرى القابلة للذوبان فى الماء أكثر ثباتاً ضد الحرارة والأكسدة ولايزيد الفقد أثناء التجفيف فى أغلب الأحيان عن ٥-١٠٪ (فيما عدا الفقد أثناء السلق).

أما المغذيات القابلة للذوبان فى الزيوت والدهون مثل الأحماض الدهنية الضرورية/الأساسية وفيتامينات أ، د، ئى (توكوفيرول)، ك فيوجد معظمها فى المواد الجافة فى الغذاء ولاتتركز أثناء التجفيف. ولكن لكون الماء مذيباً للمعادن الثقيلة الحافزة heavy-metal catalyst والتى تشجع أكسدة المغذيات غير المشبعة فإنه بإزالة الماء فإن الحافز يصبح أكثر تفاعلاً ويسرع accelerate معدل الأكسدة وتفقد الفيتامينات القابلة للذوبان فى الدهون بالتفاعل مع البيروكسيدات الناتجة من أكسدة الدهون ويمكن خفض الفقد أثناء التخزين بخفض تركيز الأكسجين وخفض درجات الحرارة وتجنب الضوء.

ولاتتغير القيمة البيولوجية للبروتين ولاهضميته فى معظم الأغذية بدرجة كبيرة. ولكن بروتينات اللبن تمسخ denature جزئياً أثناء التجفيف مما يخفض من ذوبان مسحوق اللبن ويحدث تجمع aggregation وفقد لمقدرة التخثر clotting. ويبلغ الخفض فى القيمة البيولوجية حوالى ٨-٣٠٪ تبعاً لدرجة الحرارة ووقت البقاء. ولايؤثر التجفيف بالرش على القيمة البيولوجية لبروتينات اللبن ولكن التخزين على درجات حرارة مرتفعة ومحتويات رطوبة حوالى ٥٪ يؤدى إلى إنخفاض القيمة البيولوجية لبروتين اللبن نتيجة تفاعلات مايارد بين الليسين واللاكتوز. كذلك فإن الليسين حساس للحرارة ويبلغ الفقد فى اللبن الكامل مدى ٣-١٠٪ فى التجفيف بالرش، ٥-٤٠٪ فى التجفيف على أسطوانة. وتزيد أهمية فقد المغذيات أثناء التجفيف بزيادة القيمة الغذائية للغذاء فبعض الأغذية كالخبز واللبن هامة كمصدر للمغذيات لعدد كبير من الناس ولذا فإن فقد الفيتامينات والمغذيات فيها أهم من فقدها فى أغذية يأكلها عدد أقل من الناس أو بكميات أقل أو تحتويها الأغذية بتركيزات أقل. والمهم هو النسبة التى يوفرها الغذاء من مقادير المغذيات الموصى بها يومياً ق.و.ب RDA ولايتأثر مقدار فقد المغذيات بوحدة التشغيل unit operation فقط بل أيضاً بالصنف وظروف النمو والتداول handling والتحضير.

٣- النكهة والعبير flavor & aroma

الحرارة المستخدمة فى التجفيف لاتبخر الماء فقط بل أيضاً تسبب فقداً فى المواد المتطايرة ويتوقف هذا الفقد على: ١- درجة الحرارة، ٢- تركيز المواد الصلبة فى الغذاء، ٣- الضغط البخارى للمواد المتطايرة، ٤- ذوبان هذه المواد فى بخار الماء. وفى المراحل الأولى للتجفيف تفقد المواد المتطايرة عالية التطاير والإنتشار diffusivity. ومقدار أقل من المواد المتطايرة يفقد فى المراحل التالية وبضبط ظروف التجفيف خلال كل مرحلة يقلل من الفقد. وتجفف المواد ذات القيمة العالية إقتصادياً والتى لها نكهات مميزة مثل الأعشاب والتوابل على درجات حرارة منخفضة.

وسبب آخر لفقد العبير aroma هو الأكسدة فتتأكسد الصبغات والفيتامينات والدهون أثناء التخزين خاصة وأن المواد المجففة تركيبها ذو ثغور porous مما يسمح بوصول ودخول الأكسجين. ومعدل التدهور deterioration يحدده درجة حرارة التخزين ونشاط الماء فى الغذاء.

وفى اللبن المجفف تنتج أكسدة الدهون نكهة التزنخ نظراً لتكون منتجات ثانوية بمافى ذلك لاكتونات دلتا lactones δ. ومعظم الفواكه والخضر تحتوى كميات صغيرة فقط من الدهون ولكن أكسدة الأحماض الدهنية غير المشبعة تعطى أيدروبيروكسيدات hydroperoxides التى تتبلمر ويحدث لها جفاف dehydration أو تتأكسد معطية ألدهيدات وكيتونات وأحماض مسببة روائح زنخة وغير مرغوبة. وبعض الأغذية مثل الجزر قد يتكون بها رائحة البنفسج violets نتيجة أكسدة الكاروتينات إلى بيتا أيونون β-ionone. ويمكن إقلال هذه التغيرات بالتعبئة تحت فراغ أو غاز و/أو التخزين على درجات حرارة منخفضة وتجنب الأشعة فوق البنفسجية أو الضوء المرئى والإحتفاظ بنسبة رطوبة منخفضة وإضافة مضادات أكسدة صناعية أو الإحتفاظ بمضادات الأكسدة الطبيعية.

ويستخدم أنزيم أكسيداز الجلوكوز (أنظر) لحماية الأغذية المجففة من الأكسدة فتوضع عبوة تنفذ الأكسجين ولكن لاتنفذ الرطوبة وتحتوى على كل من الجلوكوز والإنزيم على الغذاء المجفف فى الوعاء. فيزال الأكسجين من الحيز العلوى head space أثناء التخزين. كما يتم تخزين مساحيق اللبن فى (عبوات بها) جو من النتروجين و١٠٪ ثانى أكسيد الكربون ويمتص ك أ٢ فى اللبن مكوناً فراغاً جزئياً فى الحيز العلوى ويخرج الهواء من الجسيمات الجافة ويزال بإعادة إدخال الغاز بعد ٢٤ساعة.

وفى الفواكه تمنع تغيرات النكهة بسبب الأنزيمات المؤكسدة أو المحلمأة hydrolytic بإستخدام ثانى أكسيد الكبريت وفيتامين ج أو حمض السيتريك أو البسترة لعصير الفواكه واللبن وبسلق الخضروات كما تستخدم الطرق الآتية للمحافظة على نكهة المواد المجففة:

أ- إستعادة المواد المتطايرة وإعادتها للمنتج أثناء التجفيف.

ب- خلط المواد المتطايرة المستعادة مع مركبات مثبتة للنكهة flavor fixing compounds ثم تحبب granulated وتضاف مرة ثانية للمنتج المجفف مثل مسحوق اللحم المجفف.

ج- إضافة إنزيمات أو تنشيط الإنزيمات لإنتاج نكهات من سلف النكهات flavor-precursors الموجودة فى الأغذية فمثلاً يجفف البصل والثوم تحت ظروف تحمى الإنزيمات التى تطلق release النكهات المميزة. ويستخدم المالتوز والمالتودكسترين maltodextrin كمواد حاملة عند تجفيف مركبات النكهة.

٤- اللون color

يغير التجفيف من خواص سطح المواد الغذائية وبذا فإنه يتميز من الإنعكاسية reflectivity ومن اللون. وتعمل التفاعلات الكيماوية على إحداث تغييرات فى صبغات الكاروتينويدات carotenoid والكلوروفيل ويساعد على ذلك الحرارة والأكسدة أثناء التجفيف. وكلما زاد زمن التجفيف أو درجة حرارته كلما زاد فقد الصبغات. وفى أثناء التخزين فإن الأكسدة وماقد يتبقى من إنزيمات يعملان على إحداث التلون البنى/الاسمرار أثناء التخزين ويمكن منع هذا بتحسين عمليات السلق ومعاملة

الغذاء بحمض الأسكوربيك أو ثاني أكسيد الكبريت. وفي حالة الفاكهة والخضر المكبرتة بإعتدال فإن معدل الأغمقاق darkening أثناء التخزين يتناسب عكسياً مع مايتبقى من كب أ٢. ولكن كب أ٢ يبيض bleaches الأنثوسيانيتات ومايتبقى من كب أ٢ هو سبب هام في تدهور اللون في الفواكه والخضر المجففة المخزونة.

ومعدل تفاعل مايارد في اللبن ومنتجات الفواكه أثناء التخزين يتوقف على نشاط الماء في الغذاء ويزيد معدل الإغمقاق كثيراً على درجات حرارة التجفيف العالية، وعندما ترتفع نسبة الرطوبة في المنتج عن ٤-٥٪ وعند تخزين المنتج على درجة حرارة أعلا من ٣٨°م.

٥- القوام texture

أن التغير في قوام الأغذية الصلبة solid foods سبب هام في تدهور جودتها. ويتأثر قوام الأغذية المعاد تكوينها/تميؤها dehydrated (الفاكهة والخضر) بعدة عوامل منها إضافة الكالسيوم لماء السلق ونوع ومقدار تقليل الحجم size reduction (بالتقطيع وتكوين شرائح أو مكعبات وما إلى ذلك) والتقشير وكل هذا يجري قبل التجفيف وأثناء الإعداد. وفي الأغذية التي تسلق بدرجة مرضية يحدث الفقد عن طريق تجلتن النشا gelatinization أو تبلور السليلوز أو تغيرات محلية localized variations في الرطوبة أثناء التجفيف والتي تحدث ضغوطا داخلية internal stresses فهذه تمزق و/أو تضغط وتشوه بشكل دائم الخلايا الجاسئة rigid نسبيا وتعطى الغذاء مظهرا منكمشا shrunken وذابلا shriveled وعند إعادة التكوين/التميؤ فإن الغذاء المجفف يمتص الماء بسرعة اقل ولايكتسب القوام المتماسك firm المعهود في الغذاء الطازج. وتختلف الأغذية في مقدار إنكماشها بالتجفيف. وفي حالة اللحوم – والتي لاتجفف في كثير من البلاد – فإنه يحدث تجمع aggregation ومسخ denaturation للبروتينات مع فقد في مقدرة ربط الماء water-holding capacity مما يؤدي إلى جشب toughening نسيج العضلات.

ويؤثر معدل ودرجة حرارة التجفيف بدرجة كبيرة على قوام الأغذية ولكن عموما فإن التجفيف السريع ودرجة الحرارة المرتفعة تسبب تغييرات أكبر عن معدلات تجفيف معتدلة ودرجات حرارة أقل. وبإزالة الماء أثناء التجفيف تتحرك المواد الذائبة solutes من داخل الغذاء إلى سطحه وميكانيزم ومعدل هذه الحركة يختلف بإختلاف المادة الذائبة ويتوقف على نوع الغذاء وظروف التجفيف. وتبخير الماء يركز المواد الذائبة على السطح وتعمل درجات حرارة الهواء العالية خاصة مع السمك والفواكه واللحوم على إحداث تغيرات كيماوية وفيزيقية معقدة في السطح مع تكوين جلد skin صلد hard وغير منفذ impermeable وهذا يعرف بإسم التصلب السطحي case hardening وفي هذه الحالة ينخفض معدل التجفيف وينتج غذاء سطحه جاف وداخله خضل moist. ويمكن تقليل هذا التأثير بضبط ظروف التجفيف لمنع إختلافات /تدرجات كبيرة في الرطوبة بين داخل الغذاء وسطحه.

وفى حالة المساحيق فإن تغيرات القوام لها صلة بالكثافة الحجمية وبسهولة إعادة التكوين/التميؤ rehydration وتعمل ثلاثة عوامل على تحديد خواص المنتج: طريقة التجفيف وتركيب الغذاء وحجم الجسيم particle ويسهل تكوين مساحيق حرة الإنسياب free-flowing من الأغذية ذات محتوى الدهن المنخفض مثل عصائر الفواكه والبطاطس والقهوة عن مستخلصات اللحوم واللبن الكامل. ويمكن إكساب خاصية الفورية instantization للمساحيق بمعاملة كل جسيم بحيث تكون الجسيمات تكتلات agglomerates من متجمعات aggregates حرة الإنسياب free-flowing حيث تكون نقط التلامس قليلة نسبياً وعند إعادة التكوين/التميؤ يصبح تبليل wetting سطح الجسيم سهلاً وتغوص الجسيمات sink تحت السطح لتتشتت disperse بسرعة فى السائل لتذوب. والخواص التى تعمل فى هذه المراحل الأربعة تعرف بأسماء الإبتلالية wettability ومقدرة الغوص sink ability (الغوصية) والتشتتية dispersibility وقابلية الذوبان solubility. وليعتبر مسحوق ما مسحوقاً فورياً instant فإنه يجب أن تنتهى فيه هذه المراحل الأربع فى خلال عدة ثوان.

ولكن مزايا المساحيق الفورية تزيد على التكاليف الإضافية للإنتاج والتعبئة والنقل وتستخدم كثير من مساحيق الأغذية كمكونات فى عمليات أخرى. وقد تتطلب كثافة حجمية عالية ومدى أوسع من أحجام الجسيمات وتملأ الجسيمات الصغيرة المسافات بين الجسيمات الأكبر مما يزيل الأكسجين ويطيل من عمر التخزين. والجدول (٤) يعطى الكثافة الحجمية ومحتوى الرطوبة فى بعض مساحيق الأغذية.

جدول (٤): الكثافة الحجمية ونسبة الرطوبة فى بعض مساحيق الأغذية

الغذاء	الكثافة الحجمية كجم/متر^3	محتوى الرطوبة ٪
بن مطحون	٣٣٠	٧
بن فورى instant	٣٣٠	٢,٥
مبيض القهوة coffee creamer	٤٧٠	٣
بيض كامل	٣٤٠	٢ – ٤
سكر محبب granulated	٨٠٠	٠,٥
دقيق قمح	٤٥٠	١٢
لبن فرز، مسحوق	٦٤٠	٢ – ٤
لبن فرز فورى	٥٥٠	٢ – ٤
ملح محبب granulated	٩٦٠	٠,٢
نشا ذرة cornstarch	٥٦٠	١٢

خواص المساحيق غير المكتلة (Hui) properties of unagglomerated powders

إن كلاً من مساحيق الأغذية التى تتكون من مكون واحد مثل القهوة والسكر واللبن وغيرها والتى تتكون من عدة مكونات مثل المشروبات beverages والعُقْبَة désserts والشوربة soups وغيرها تعانى من تغيرات جوهرية فى توزيع حجم الجسيمات أثناء التخزين والنقل والمعاملة processing فالإحتكاك/التآكل attrition يقلل من متوسط حجم الجسيم بينما يعمل التجمع aggregation على تكوين جسيمات أكبر. والمواد الناعمة جداً fines التى

تتولد ... التآكل/الإحتكاك attrition قد تكون عناقيد (تجمعات) clusters أو تغطى coat الجسيمات الأكبر (وتسمى هذه العملية الأخيرة الطلاء plating).

ويتوقف الإلتصاق بين الجسيمات عادة على حجم الجسيم، والنسبة ratio بين الإلتصاق والوزن تتناسب عكسياً مع مربع حجم الجسيم فهى أكبر مرتين فى الجسيمات ١٠ ميكرومتر µm عن الجسيمات ١٠٠ ميكرومتر µm. ومساحيق الأغذية المجففة التى متوسط أحجامها ٨٠-١٠٠ ميكرومتر µm تكون عادة حرة الإنسياب free-flowing فى حين أن المساحيق التى لها أحجام أقل من ٢٠-٣٠ ميكرومتر µm تصبح متماسكة cohesive وتكون جسيمات ثانوية secondary particles (عناقيد clusters) من حجم أكبر مع تحديد لإبتلاليتها wettability.

وإذا كان الإلتصاق adhesion بدون تكوين كبارى bridges بين الجسيمات المتجاورة فإنه يكون نتيجة لقوى فان درفال van der Waals أو قوى كهربية إستاتيكية electrostatic، فإذا تكونت كبارى فإن الإلتصاق يكون أقوى.

وكلا النوعين من مساحيق الأغذية: حرة الإنسياب free flowing والمتماسكة cohesive قد تعانى من الإنفصال segregation أثناء التخزين أو النقل أو التداول handling. وأساساً فبسبب الإختلاف فى حجم الجسيم وأيضاً الكثافة والشكل والمرونة resilience فإن الجسيمات الدقيقة fine تهاجر إلى القاع بينما يتبقى الجسيمات الأكبر عند قمة الوعاء. وينتج عن ذلك أنه فى بعض مخاليط المشروبات تصبح المكونات الأصغر minor كالألوان والنكهات والفيتامينات غير موزعة بإنتظام. وهناك عمليتان يمكن إستخدامهما للتغلب على الإنفصال segregation: الخلط المبتل wet mixing والتجفيف مع أو بدون إجراء تكتل agglomeration.

التكتل agglomeration: هو عملية تستخدم للحصول على جسيمات أكبر حجماً ذات زمن ذوبان أقصر ومقاومة أحسن للإحتكاك وميل لتكوين غبار dusting محدود ومظهر أكثر جاذبية، ويجرى التكتل بمعاملة مخاليط مكونات الغذاء فى ظروف مضبوطة من درجة الحرارة و/أو الرطوبة النسبية لزمن يسمح بتكوين جسيمات ذات سطوح لَصِقة sticky. فإذا كانت الروابط قوية بحيث تربط الجسيمات معاً فيكون المنتج منتجاً متكتلاً agglomerated. وتستخدم هذه العملية فى معالجة خواص مساحيق الأغذية السابق بيانها مع صعوبة فى المعاملة - مشاكل الإنفصال وحرية الإنسياب والذوبان فى الم... - الإبتلالية والتشتت والمشاكل التى تظهر أثناء التخزين : الكعكعة caking. (Hui)

والمشاكل الأولى سبق الكلام عنها أما الكعكعة caking للمساحيق عموماً فتعطى التعاريف: ١- تغير المسحوق إلى كتلة صلبة solid mass بالحرارة أو الضغط أو الماء. ٢- إلتحام fusing مادة على هيئة مسحوق فى كتلة صلبة بالحرارة أو الضغط أو الماء. (McGraw-Hill Dic. & Academic)

ونقترح لمساحيق الأغدية التعريف التالى للكعكعة: تغير المسحوق إلى كتلة صلبة بصورة غير مقصودة وغير منتظمة نتيجة التعرض لظروف البيئة المحيطة أثناء التخزين خاصة درجة الحرارة و/أو الرطوبة و/أو الضغط.

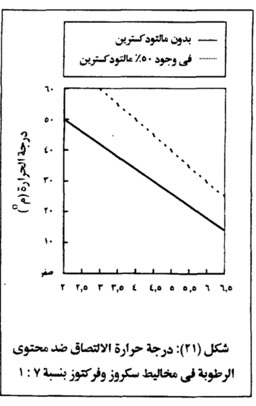
الكعكة caking: يحدث تكتل agglomeration غير مقصود حيث أن مخاليط الجسيمات تتعرض دائماً لبعض الوقت لظروف البيئة المحيطة من درجة حرارة و/أو رطوبة. فمساحيق الأغدية التى تحتوى دهوناً مثل الشوربة والصلصة sauce ومخاليط الخبيز baking mixes قد يحدث لها كعكعة إذا تجاوزت درجة الحرارة نقطة إنصهار الدهون melting point ويتكون نتيجة لذلك كبارى سائلة لَصِقَة sticky liquid bridges وعند التبريد تتبلر الدهون وتصبح الكبارى السائلة بين الجسيمات صلبة solid وتتعزز الكعكعة.

وبينما المكونات النشوية والبروتينية غير حساسة نسبياً لظروف البيئة فإن المكونات القابلة للذوبان فى مساحيق الأغذية مثل السكريات والأملاح تمتص الرطوبة وتتحول فيما بعد من صلب إلى سائل liquid وهذا التحول يسمى التحول الزجاجى glass-transition أو درجة حرارة الإنصهار melting temperature يسبب إبتداء الكعكعة وهى نوع غير مرغوب فيه منن التكتل.

وتتوقف قابلية السكريات لأن تطرى soften على تاريخها مثل ظروف إنتاجها وتخزينها والتى هى مسئولة عن تكوين تركيب بلورى أو غير بلورى amorphous. والسكريات غير المتبلرة تمتص رطوبة على نسب رطوبة (ر.ن) RN أقل كثيراً عن السكريات المتبلرة كما أن لها درجات حرارة تحول زجاجى أقل أيضاً عن السكريات المتبلرة. ويتكون التركيب المتبلر فى ظروف التوازن بينما التركيب غير المتبلر يتكون فى ظروف عدم توازن non-equilibrium. فخروج الرطوبة ببطء نسبياً أثناء التبلر المضبوط controlled من حيث تكون النوايا formation nuclei ونمو البلورات crystal growth يؤدى إلى تركيب بلورى. بينما خروج الرطوبة بسرعة أثناء تجفيف محلول من الكربوايدرات بالرش أو على أسطوانات أو بالتجفيف يساعد على إنتاج الشكل غير المتبلر amorphous أساساً. وحتى طحن بلورات السكر ينتج عنه سطح غير متبلر يمكن أن يعود للتبلر بعد إمتصاص الماء وعند إعادة التبلر فإن السكروز غير المتبلر يتخلى عن ماء مما يسهل تكوين كبارى الجسيمات وتبتدىء الكعكعة. ولمنع هذه الكعكعة فإن درجة حرارة التحول الزجاجى ترفع بكفاءة عن طريق إضافة مكونات ذات أوزان جزيئية كبيرة للمخلوط blend.

وتسبب التصاقية stickiness السطح الخارجى المسيل liquified أن تلتصق الجسيمات بعضها البعض وأن تكون كبارى وأن تنمو إذا كانت لزوجة طبقة السطح تكفى لأن تتماسك الجسيمات مع بعضها البعض. ودرجة حرارة نقطة الإلتصاق sticky-point temperature تم قياسها كدالة function لمحتوى الرطوبة فى مخاليط من السكروز والفركتوز ثم طبقت للقهوة (البن) ومخلوط من المالتودكسترين maltodextrin والسكروز

والفركتوز. ولما كانت قيم اللزوجة عند نقطة الإلتصاق sticking point ثابتة نسبياً لكل مسحوق فإن ميكانيزم الإلتصاق والتكتل فسر بأنه إنسياب لزج viscous flow تدفعه طاقة السطح surface energy. وفي جميع الحالات فإن لزوجة السطح المسيل للمسحوق liquified powder surface تناسبت عكسياً مع درجة حرارة نقطة الإلتصاق sticky-point temperature والتي بدورها تتناسب عكسياً مع محتوى الرطوبة وتزيد إضافة المالتودكسترين إلى مخلوط السكروز والفركتوز من نقطة التحول الزجاجى (شكل ٢١).



شكل (٢١): درجة حرارة الالتصاق ضد محتوى الرطوبة فى مخاليط سكروز وفركتوز بنسبة ٧ : ١

والكعكعة غير المنتظمة يمكن وقفها بكفاءة عن طريق إضافة مضادات الكعكعة anti-caking agents مثل فوسفات الكالسيوم الثلاثية وأكسيد المغنيسيوم وسليكات الكالسيوم ... إلخ والتى تمتص جزءاً من الرطوبة من المخلوط – فيصبح مقدار الرطوبة المتاح أقل – وينتج عن ذلك إرتفاع نقطة الطراوة softening point. وبالرغم من أن المحتوى الرطوبى الكلى يبقى ثابتاً تقريباً فإن الرطوبة النسبية (ر.ن) التى تتولد فى حيز مقفل هى التى تعكس كمية الرطوبة المتاحة فإن مخلوطاً أضيف إليه مضاد للكعكعة يولد ر.ن أقل من مخلوط بدون مضاد للكعكعة. وترجع كفاءة مضادات الكعكعة إلى مقدرتها على ربط الماء water holding capacity فإذا كان مصدر الرطوبة غير محدود مثل فى التخزين المفتوح open storage فإن تأثيرها يقل.

وحتى مساحيق الأغذية المعبأة فقد يحدث بها كعكعة بتأثير البيئة داخل العبوة package ولأنها معزولة نسبياً فإن الحيز العلوى head space داخل العبوة يتأثر ليس فقط برطوبة سطح الجسيمات ودرجة حرارة المخزن بل أيضاً بنفاذية فلم العبوة وتوصيلها للحرارة heat conductivity والإختلافات فى درجة الحرارة والرطوبة خارج المادة المعبأة يعجل من التبادل فى رطوبة السطح بين المكونات ويسبب إبتداء الكعكعة.

وفى حالة تعرض قصير الزمن نسبيا وبطء إنتشار الرطوبة من سطح الجسيم إلى قلبه core (داخله) فإن السطح قد يمتص رطوبة وينصهر (كذا) melt بينما يبقى جزء كبير من الجسيم جافا. وينتج عن ذلك أن يحدث كعكعة وتكتل بدون تغيرات ملحوظة فى الرطوبة الكلية للمخلوط الجاف. وفى الصيف يكون المحتوى الرطوبى أعلا فى

الجسيمات المخزنة ويحتاج تكتل هذه الجسيمات إلى وقت أقصر كثيرا و/أو إلى درجات حرارة أقل من الجسيمات التى تعامل فى الشتاء.

ويصعب قياس محتوى الرطوبة عند سطح الجسيمات ولكن يسهل تتبع رطوبة السطح خلال الرطوبة التى تتولد عن عينة من المسحوق موضوعة فى وعاء مغلق. وتغير الفصول فى البيئة يؤثر على رطوبة سطح الجسيمات وبالتالى يؤدى إلى تغيرات جوهرية فى الرطوبة النسبية التى يولدها المسحوق.

خواص المنتجات المتكتلة
properties of agglomerated products

التكتل بعكس الكعكعة هو عملية مقصودة لتكبير الجسيمات وتجرى تحت ظروف محدودة من الزمن/درجة الحرارة/رطوبة. وقد تسهل هذه الظروف المضبوطة تكوين كبارى سائلة بين الجسيمات المتجاورة تكفى لمسكها مع بعض. ويوفر الهواء الرطب humid توزيعا للرطوبة أكثر تجانسا عن طريقة إستخدام رش الماء على المنتج. فبعد التجفيف تتصلب solidify الكبارى السائلة وتكون منتجا مرغوبا من حيث الحجم والكثافة والتفتتية friability ومعدل الذوبان disolution والإنسيابية flowability والمظهر.

وإذا نتج عن التكتل تحسن فى الإبتلالية (التبلل: إختراق السائل للثغور بتأثير الخاصية الشعرية capillary action) وفى الغوصية sinking والتشتت dispersion والذوبان للجسيمات فإن هذا يسمى أكساب الخاصية الفورية instantizing.

والمتكتلات ذات الخاصية الفورية يجب أن تذوب تماما فى خلال ثوان قليلة، ولكن قد يقبل أن تبقى كمية صغيرة من الجسيمات المتحطمة disintegrated معلقة suspended ومختفية disguised/متنكرة. وقد تتعرض الجسيمات المتكتلة للتحطم جزئيا إذا تعرضت لتأثير عنيف مثل الإهتزاز vibration أو الهز shaking أثناء التخزين والنقل والتداول. وفى حالة البن أو القهوة المتكتلة فإن الإحتكاك هو أهم سبب لإنفصال الجسيمات الرقيقة جدا fines من سطح المتكتلات الخارجية ويحدث أيضا تكوين مايسمى بالجسيمات الثانوية secondary particles أو التحطيم shattering من القطع المحطمة.

ويمكن قياس توزيع حجم الجسيمات فى المنتجات المتكتلة عن طريق النخل الجاف dry sieving مع الجسيمات الأكبر من ٣٠ – ٤٠ ميكرومتر µm والنخل المبتل للجسيمات الأصغر من ذلك وبالطرق المجهرية الضوئية والاليكترونية وبطرق كهربية وإستخدام أشعة الليزر laser. كذلك يمكن قياس مقاومة المنتجات المتكتلة للإحتكاك attrition وكذلك يمكن قياس بقية خواصها (كثافة، إنسيابية، تماسك cohesion ...الخ).

بعض منتجات الأغذية المتكتلة

مالتودكسترين متكتل وكذلك دكستروز متكتل ويستخدمان كحوامل carriers للنكهات والألوان والمحليات غير المغذية non-nutritive sweeteners فى المشروبات الفورية والعقبة.

معزول بروتين الصويا المتكتل ليستخدم فى مخاليط المشروبات عالية البروتين ولتحسين التشتتية dispersibility فى مستحلبات اللحم.
نشا سابق تكوين الجل prejelled متكتل وصموغ متكتلة لتستخدم كمثخنات thickners للشوربة.
مركز بروتين شرش متكتل وكازينات كالسيوم متكتلة لمخاليط الألبان وتتحسن تشتتية مساحيق بروتينات البيض والكاكاو والألياف المختلفة بعد التكتيل فى وجود مالتودكسترين أو عوامل سطحية نشطة surfactants.

وترتبط بعض طرق التكتيل بمنتجات غذائية متكتلة معينة فمثلاً البن الفورى المتكتل والذى له مظهر التحميص والطحن roasted & ground أنتج بإستخدام طريقة تشمل: أ- طحن البن الفورى المنتج بالتجفيف بالرش للحصول على مسحوق متوسط حجم الجسيم فيه من ٢٥ - ٧٥ ميكرومتر μm. ب- تعديل أو ضبط adjusting تماسك cohesiveness هذا المسحوق بحيث ينساب flow ويرتبط معاً (بتأثير) إندماج compaction بسيط بإضافة زيت البن أو جسيمات غروية أو ضبط القوى الكهربية الأستاتيكية للمسحوق أو زيادة المحتوى الرطوبى أو بإرتباطات بين هذه الطرق. جـ- تكوين عناقيد clusters شكلها منتظم ومرتبطة إرتباطاً فضفاضاً loosely bound وذات تركيب سليم مع أحجام من ٨٠٠ - ٢١٠٠ ميكرومتر μm. د- دمج fusing السطوح الخارجية للعناقيد لعمق ٥-٣٠ ميكرومتر μm للحصول على ظروف وقوع حر free-fall بإستخدام بخار منخفض السرعة. هـ- تجفيف وغربلة screening العناقيد للحصول على بن فورى متكتل كثافته ٠,٢٠-٠,٢٨ جم/سم[3] وصعوبة hardness يمكن قبولها قدرها أقل من ٨ وحدات ولون قدره ١٧ - ٢٤ وحدة ليومترون. والطريقة تستخدم تكوين منتج سابق التكتل preagglomerated product خارج برج المُكَتِل agglomerator بعكس الطرق الأخرى المعروفة التى تعتمد على إصطدام الجسيمات الذى يساعده بخار عالى السرعة.

وتتضمن طريقة لعمل كسرات bits متكتلة تحتوى على الأسبارتام aspartame ؛ خلط الأسبارتام مع عامل تحجيم bulking agent مثل المالتودكسترين لتكوين مخلوط مسبق premix ثم يخلط هذا مع بقية المكونات - النكهات - النشا - المواد الرابطة binders وعوامل التشتت والفيتامينات لتكوين مخلوط جاف. وتخلط المكونات السائلة كالزيت النباتى والماء فى مخلوط جاف لتكون كتل clumps خضلة moistened. وهذه الحبيبات granules يجب أن تجف فى فرن بالحمل ذى تيار هوائى مدفوع forced convection oven ثم تغربل للحصول على التوزيع المرغوب لحجم الجسيمات ويمكن إستخدام نشا التابيوكا والذرة والبطاطس والقمح المعدل وكذلك الصموغ كمواد رابطة binders فى تكوين التكتلات فإن صودا الخبيز والمالتودكسترين تساعد فى تثبيت المنتج المتكتل وهذه الكسرات bits تصلح للإستخدام فى حبوب الإفطار المطبوخة والأغذية الأخرى.

وتحضر حبيبات granules البطاطس المتكتلة بخلط حبيبات البطاطس مع المواد الصلبة فى

بياض البيض وماء ثم يغربل هذا المخلوط المسبق premix المبتل بلطف ويجفف ثم يسحق crush للحصول على المتكتلات بالحجم والكثافة المرغوبين.

ويمكن إنتاج فتافيت الخبز/البقسماط المتكتل من مواد تحتوى نشا مثل الدقيق أو الجريش meal وماء فى خلاط قريصات pellets مستمر ثم تخبز فى مرطب لضبط التجلتن المرغوب ثم تقطيع/تحجيم المتكتلات. ويحدث إنتكاس مضبوط controlled retrogradation (إعادة تبلر النشا) نظراً لعملية التبريد المضبوطة.

والأشربة السكرية المائية مثل العسل الأبيض وَشراب الذرة عالى الفركتوز والسكر المحول وشراب الذرة وغيرها جففت على هيئة فلم رفيع فى وجود مواد رابطة (بروتين صويا ونشا غير مجلتن والذى تمت جلتنته جزئياً فى الموقع in situ) وعند شقلبته tumbling يضاف رذاذ ماء والمتكتلات الناتجة جففت ثم غطيت بطبقة خفيفة من دهن درجة حرارة إنصهاره مرتفعة لمنع الكعكعة.

وحضر لبن متكتل برش مركز لبن فى تيار من غاز مُجَفِفْ موجه إلى سطح طبقة مسيلة من جسيمات سبق تجفيفها بالرش وبضبط درجة الحرارة ومعدل إنسياب هواء التجفيف وزمن البقاء يحصل على كفاءة أعلى مع اللبن الفرز واللبن الكامل والشرش. ويمكن إنتاج منتج غذائى على هيئة قريصات ذات ثغور بالخلط السابق لأثنين أو أكثر من المكونات أحدها يمكنه تكوين روابط لَصِقَة stiky bonds بعد تبليله/خضله moistened بوسط مائى.

ويحدث هذا التفاعل عند شقلبة الجسيمات ودحرجتها على قرص تكوين القريصات pellitizing disc والجسيمات الملتصقة تكون القريصات أو التجمعات المبتلة wet aggregate ومن أمثلة المخلوط الجاف للسكريات والنشا ومنتجات اللبن الجافة والمواد البروتينية والعصائر المجففة ومركزات مسحوق القهوة/البن وقد تصبح بعض هذه المنتجات كالسكريات والنشا ذاتية الإلتصاق self-adherent عند إتصالها بالماء وتستخدم لتكوين متكتلات. ولإنتاج قريصات ذات ثغور مضبوطة controlled porosity فإن المخلوط يحتوى أيضاً على نظام رافع مثل بيكربونات الصوديوم وحامض رافع leavening acid فعندما تتصل المتكتلات الخضلة moist بالهواء الساخن تحدث عمليتان: التجفيف وتكوين غاز ك أ٢ نتيجة تفاعل البيكربونات مع الحمض الرافع وتنتج قريصات ذات ثغور وتركيب خلوى مع قوام قصم crisp وينسحق بجلبة crunchy وفتوت friable.

ومعظم مخاليط عقبة الجيلاتين gelatin dessert mixes تتطلب إستخدام ماء ساخن لإذابة الجيلاتين مع زمن قد يطول إلى ٣ - ٤ ساعات لتحضير الوجبة. ولكن إذا كان المخلوط المحتوى على الجيلاتين به رطوبة محدودة من ١ -٣٪ وقُلِب هذا المخلوط وسُخِنَ ببطء إلى ١٩٠-١٩٥ °ف فإنه يكون متكتلات. ويساعد التبريد بعد ذلك على تكوين مايسمى الجيلاتين القابل للذوبان في الماء البارد والذى يذوب ويتشتت فى ماء على ٤٠ - ٤٥°ف. وتحتوى مخاليط الجيلاتين على سكروز

وجيلاتين وحمض ستريك وتجرى عملية التكتل فى خلاط دوار ذى غلاف خارجى jacketed.

وجميع طرق التكتل التى تم وصفها تشمل المراحل المشتركة: أ- ضبط/تعديل المسافة بين الجسيمات بالطحن و/أو الخلط مع المكونات.

ب- تكوين كبارى لَصِقَة sticky bridges بين الجسيمات المتجاورة عن طريق التبليل و/أو تسخين المخلوط فى التكتل المبتل wet agglomeration. ج- جعل الكبارى صلبة solidification عن طريق التجفيف والتبريد.

د- ضبط حجم وكثافة المتكتلات بالنخل و/أو السحق sieving and/or crushing.

---

to freeze-dry **جفد**

(Hui)

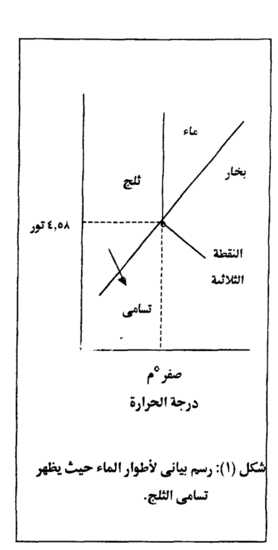
التجفيد freeze drying / lyophilization

هو أحد طرق التجفيف dehydration or drying أى خفض نسبة الرطوبة فى المادة - ولكن فى التجفيد تزال الرطوبة من المادة بالتسامى أى تحويل الثلج إلى بخار ماء مباشرة وبذا لاينتقل أى سائل من مركز كتلة المادة إلى سطحها. وبتقدم التجفيف فإن طبقة الثلج تتراجع تدريجياً فى إتجاه المركز تاركة فراغات مكان بلورات الثلج.

النظرية

أول مراحل التجفيد هى تجميد الغذاء بإحدى طرق التجميد (أنظر) ونوع المجمد المستخدم يتوقف على طبيعة المادة الغذائية فالغذاء ذو الأجزاء الصغيرة يجمد بسرعة للحصول على بلورات ثلج صغيرة ولتقليل أى ضرر لتركيب خلايا الغذاء. أما مع الأغذية السائلة فيستخدم التجميد البطىء للحصول على شبكة من بلورات الثلج التى تعطى قنوات تسمح بحركة بخار الماء.

وإذا إحتفظ بضغط بخار الماء فى الغذاء تحت ٤,٥٨ تور torr (٦١٠,٥ باسكال Pa) وكان الماء متجمداً فإنه عند تسخين الثلج الجامد يتسامى مباشرة إلى بخار دون أن ينصهر (شكل ١).



شكل (١): رسم بيانى لأطوار الماء حيث يظهر تسامى الثلج.

ويزال بخار الماء من الغذاء بإستمرار بالإحتفاظ بالضغط فى غرفة (كابينة) المجفف freeze-dryer أقل من ضغط بخار الماء عند سطح الثلج، مع إزالة البخار بواسطة طلمبة تفريغ وتكثيفه على حلزونات التبريد refrigeration coils. وبتقدم التجفيف فإن خط front التسامى يتحرك داخل الغذاء. ويمكن أن تصل الحرارة الكامنة latent heat للتسامى بالتوصيل خلال الغذاء إلى خط التسامى أو أنها تولد produced فى الغذاء بواسطة الموجات القصيرة microwaves (شكل ٢).

أ ب جـ

طبقة متجمدة — طبقة جافة

انتقال الكتلة — انتقال الحرارة

شكل (٢): انتقال الحرارة والرطوبة أثناء التجفيد

أ- انتقال الحرارة خلال طبقة متجمدة

ب- انتقال الحرارة من أسطح ساخنة أو مسخنات مشعة خلال طبقة جافة

جـ- توليد الحرارة فى الثلج بالموجات القصيرة

ويمر بخار الماء إلى الخارج فى القنوات التى تتكون فى الغذاء بواسطة الثلج الذى يتسامى ثم يزال وتجفف الأغذية فى مرحلتين: الأولى بالتسامى إلى حوالى ١٥٪ رطوبة (على أساس الوزنالرطب) ثم بعد ذلك بالتجفيف التبخيرى (فك الإمتصاص desorption) للماء غير المتجمد إلى ٢٪ رطوبة (على أساس الوزن الرطب) ويتم ذلك برفع درجة الحرارة فى المجفف إلى قرب درجة حرارة الوسط المحيط ambient temperature مع الإحتفاظ بالضغط المنخفض.

وفى بعض الأغذية فإن تكون حالة زجاجية (كامدة) vitreous glassy عند التجمد مما يسبب صعوبات فى إنتقال البخار. وعلى ذلك فإما أن يجمد السائل كرغوة foam (تجفيد بالنفخ الفراغى vacuum-puff freeze-drying) أو أن يجفف العصير مع اللب. وكلا الطريقتين تسببان تكوين قنوات خلال الغذاء لخروج البخار. وفى طريقة ثالثة يطحن العصير بعد تجميده ليعطى حبيبات granules وهذه الحبيبات تجف أسرع كما أنها تسمح بضبط أكبر لحجم جسيم الغذاء المجمد.

ويتوقف معدل التجفيف على مقاومة الغذاء لإنتقال الحرارة بدرجة كبيرة وعلى المقاومة لإنتقال البخار (إنتقال الكتلة mass transfer) من خط التسامى بدرجة أقل.

معدل إنتقال الحرارة rate of heat transfer

هناك ثلاث طرق لإنتقال الحرارة إلى خط التسامى:

١- إنتقال الحرارة خلال الطبقة المتجمدة (شكل ٢أ) ويتوقف معدل إنتقال الحرارة على السماكة والتوصيل الحرارى لطبقة الثلج. وبتقدم التجفيف تقل سماكة الثلج ويزداد معدل إنتقال الحرارة. ويحد من درجة حرارة السطح حتى يتجنب إنصهار الثلج.

٢- إنتقال الحرارة خلال الطبقة المجففة (شكل ٢ب) ومعدل إنتقال الحرارة إلى خط التسامى يتوقف على: أ- سماكة ومساحة سطح area الغذاء. ب- التوصيل الحرارى للطبقة الجافة. ج- فرق درجة الحرارة بين سطح الغذاء وخط الثلج ice front. وعند ثبات ضغط غرفة (كابينة) التجفيف فإن درجة حرارة خط الثلج تبقى ثابتة. والطبقة الجافة من الغذاء يكون توصيلها الحرارى منخفضاً جداً. وبذا فهى تقاوم بدرجة كبيرة إنتقال الحرارة heat flow. وبتقدم التجفيف تزداد سماكة هذه الطبقة وتزداد المقاومة لإنتقال الحرارة. وكأى عملية أخرى فإنه بخفض حجم أو سماكة الغذاء وزيادة فرق درجة يزداد معدل إنتقال الحرارة ولكن فى التجفيد فإن درجة حرارة السطح يجب أن تكون بين ٤٠ - ٦٥°م لتجنب مسخ denaturation البروتينات وتجنب أى تغيرات كيماوية أخرى قد تخفض من جودة الغذاء.

٣- التسخين بواسطة الموجات القصيرة (شكل ٢جـ) وفيه تولد الحرارة - التسخين heat - عند خط الثلج ولايكون معدل إنتقال الحرارة متأثراً بالتوصيل الحرارى لا للثلج ولا للغذاء الجاف ولا لسماكة الطبقة الجافة منه. ولكن ضبط التسخين بالموجات القصيرة هو أقل سهولة.

معدل إنتقال الكتلة rate of mass transfer

عندما تصل الحرارة إلى خط التسامى فإنها ترفع درجة حرارة وضغط بخار الماء للثلج وعند ذلك يتحرك البخار خلال الغذاء المُجَفَفْ إلى منطقة ذات ضغط بخارى منخفض فى غرفة التجفيف. وبما أن ١ جم من الثلج يعطى ٢متراً مكعباً من البخار عند ٦٧باسكال Pa فإنه فى التجفيد الصناعى يلزم إزالة عدة أمتار مكعبة من البخار فى الثانية الواحدة خلال ثغور pores الغذاء الجاف. والعوامل التى تتحكم فى فرق gradient ضغط بخار الماء هى: ١- ضغط غرفة التجفيف. ٢- درجة حرارة مكثف البخار. وكلاهما يجب أن يكون منخفضاً إلى الحد الذى تسمح به الظروف الإقتصادية. ٣- درجة حرارة الثلج عند خط التسامى وهذه يجب أن تكون بأعلا درجة بحيث لايحدث أى إنصهار. ومن الوجهة العملية فإن أقل ضغط بدرجة إقتصادية فى الغرفة هو تقريباً ١٣ باسكال Pa وأقل درجة حرارة للمكثف هى تقريباً -٣٥°م. ومن الوجهة النظرية يمكن رفع درجة حرارة الثلج إلى درجة حرارة تحت نقطة التجمد مباشرة. ولكن عند درجات حرارة أعلا من درجات حرارة حرجة معينة فإن المواد الذائبة solutes المركزة فى الغذاء تكون قابلة للحركة sufficiently mobile بدرجة تسمح لها بالإنسياب flow تحت قوى تكون عا[illegible] داخل تركيب الغذاء وعند حدوث هذا فإن تركيب الغذاء ينهار فوراً بصورة غير عكسية وهذا يحد من معدل إنتقال البخار بدرجة تنهى عملية التجفي[illegible] وعلى ذلك فإنه من الوجهة العملية يوجد حد أقصى لدرجة حرارة الثلج وحد أدنى لدرجة حرارة المكثف وحد أدنى لضغط الغرفة وهذه جميعاً تؤثر على معدل إنتقال الكتلة.

بعض درجات حرارة إنهيار الأغذية فى التجفيد	
الغذاء	درجة الحرارة الإنهيار °م
٢٥٪ مستخلص بن	-٢٠
٢٢٪ عصير تفاح	-٤١,٥
١٦٪ عصير عنب	-٤٦

وينخفض محتوى الرطوبة من مستواه الأصلى العالى فى المنطقة المجمدة إلى مستوى أقل فى المنطقة المجففة (شكل ٢) ويتوقف هذا على ضغط البخار فى الغرفة. وعند إنتقال الحرارة خلال الطبقة الجافة فإن العلاقة بين الضغط فى الغرفة والضغط عند سطح الثلج تكون

١- ضع = ضط + (كع / ن λس) (θط - θس)

$$P_i = P_s + \frac{k_d}{b\lambda_s}(\theta_s - \theta_i)$$

حيث:

ضع P_i بالباسكال Pa هو الضغط الجزئى للماء عند خط التسامى.

ضط P_s بالباسكال Pa هو الضغط الجزئى للماء عند السطح

كع (ش/م.كلفين) k_d (W/m.K) هو التوصيل الحرارى للطبقة الجافة

ن (كجم/ث.و) b (kg/s.m) هو نفاذية الطبقة الجافة

λس (جول/كجم) λ_s (J/kg) الحرارة الكامنة للتسامى

θط °م θ_s °م درجة حرارة السطح

θس °م θ_i °م درجة حرارة خط التسامى

والعلاقة بين العوامل التى تضبط زمن التجفيف هى:

٢- زع = (س٢ ρ (ر١ - ر٢) λس) / (٨ كع (θط - θس))

$$t_d = \frac{x^2 \rho (M_1 - M_2)\lambda_s}{8k_d(\theta_s - \theta_i)}$$

حيث:

زع t_d بالثانية (s) هو زمن التجفيف

س x بالمتر (m) سماكة الغذاء

ρ (كجم/م٣) (kg/m³) ρ الكثافة الحجمية للغذاء الجاف

ر١ M_1 نسبة الرطوبة الأصلية

ر٢ M_2 نسبة الرطوبة النهائية فى الطبقة الجافة

λس (جول/كجم) (J/kg) λ_s الحرارة الكامنة للتسامى

مسألة

غذاء ما الرطوبة فيه ٤٠٪ على أساس الوزن الجاف، وضع فى طبقة سمكها ١ سم فى صينية فى مجفد يعمل على ٤٠ باسكال Pa. والقصد تجفيده إلى ٨٪ رطوبة على أساس الوزن الجاف بحيث لاترتفع درجة حرارة السطح عن ٥٥°م. فإذا إفترض أن الضغط عند خط الثلج ice front يبقى ثابتاً عند ٧٨ باسكال Pa فإحسب الوقت اللازم للتجفيف. علماً بأن التوصيل الحرارى للغذاء المجفف هو ٠,٠٣ ش/م.كلفن W/m.K وأن كثافة density هى

٤٧٠ نجـــم/مـــــتر³ kg/m³ وأن نفاذيتـــــه permeability هى ١٠⁻⁸ كجم/ثانية.متر kg/s.m وأن حرارته الكامنة للتسامى هى ٢,٩٥ × ١٠³ كيلو جول/كجم kJ/kg فمن المعادلة السابقة ١

$$٧٨ = \frac{٠,٠٣}{٢,٤ \times ١٠^{-٨} \times ٢,٩٥ \times ١٠^{٦}} \times (٥٥ - \theta_س \theta_i)$$

$$= ٤٠ + ٠,٤٢ \, (٥٥ - \theta_س \theta_i)$$

إذا θ_i = ٣٥,٧°م

ومن المعادلة٢

$$t_d = \frac{(٠,٠٠٥)^٢ \times ٤٧٠ \times (٠,٠٨-٤) \times ٢,٩٥ \times ١٠^٦}{٨ \times ٠,٠٣ \times [\,٥٥ - (-٣٥,٧)\,]}$$

= ٦٢٣٨,٥ ثانية s

= ١,٧ ساعة h

الأجهزة

تتكون المجفدات من غرفة فراغ vacuum chamber بها صوانى trays تحتوى الغذاء أثناء التجفيف ومسخنات heaters لتوفير الحرارة الكامنة للتسامى. وتعمل ملفات تبريد refrigeration coils على تكثيف البخار. وهى مزودة بأجهزة تيع/إزالة الصقيع آلية automatic defrosting devices للإحتفاظ بأكبر مساحة من الملفات خالية من الثلج ليتم تكثف البخار. وهذا ضرورى لأن أكبر مقدار من الطاقة المستخدمة يستخدم فى تبريد المكثفات وعلى ذلك فإن إقتصاديات التجفيد تحددها كفاءة المكثف

$$\text{الكفاءة} = \frac{\text{درجة حرارة التسامى}}{\text{درجة حرارة التبريد فى المكثف}}$$

وتعمل طلمبات تفريغ على إزالة الأبخرة التى لاتتكثف.

وتتميز المجفدات المختلفة بالطرق المستخدمة فى تسخين سطح الغذاء. وصناعياً تستخدم طرق مبنية على التوصيل والإشعاع أما التسخين بواسطة الموجات القصيرة فلازال فى طور التطوير. والتسخين بالحمل convection ليس هاماً فى الفراغ الجزئى partial vacuum لغرفة المجفد والمجفدات إما أن تعمل بطريقة الدفعات أو بالطريقة المستمرة. وطريقة الدفعات ميزاتها هى: ١- مرونة أكثر فى تغيير نوع الغذاء أو معدلات الإنتاج. ٢- رأس مال أقل فى هذه الأجهـــزة. ٣- طرق أبسط فى التشغيل والضبط operation & control. ولكن عيوبها هى: ١- تكاليف عمال (عمل) أعلا. ٢- تكاليف تشغيل أعلا بالنسبة للطاقة وإستخدام أقل كفاءة للمواد والطاقة. ٣- شغل مساحة أرضية أكبر. ٤- تجـنس uniformity أقل فى الناتج.

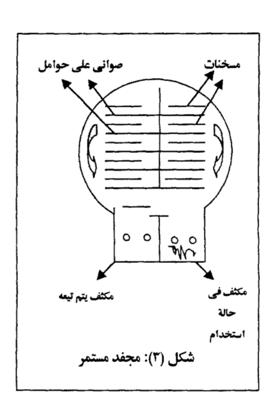
ويستخدم التجفيد بالدفعات فى: أ- حالات التغيير المنتظم فى تركيب الناتج product formulation أثناء اليوم أو الأسبوع. ٢- إنتاج كميات صغيرة من الغذاء. ٣- الإنتاج يكون متقطعاً خلال العام مع عدم تبرير إستثمار رأس مال كبير فى أجهزة الطرق المستمرة.

وبالعكس فإن التشغيل المستمر مرونتة أقل بالرغم من أن التقدم فى الضبط الآلى قد سهل وأسرع

فـى التغيـير لنواتـج مختلفـة ومعـدلات إنتـاج مختلفـــة. والإحتياج لرأس المال أكبر منـه فـى حالة أجهزة الدفعات وإن كـان الوفـر فـى الطاقـة والمسـاحة والعمـل تسـمح بتعويـض رأس المـال بفرض أن معدلات عاليـة للإنتـاج تستمر ويتحسـن إستخدام المصنع. وتستخدم الطريقة المستمرة إذا كان هنـاك طلبا كافيا على الناتج يسمح بمعدلات عالية للإنتـاج فـى جزء كبير من اليوم وعلى مـدار معظم السنة.

وفى الطريقة الدفعات يقفل على الناتج فـى غرفة التجفيد ويحتفظ بدرجـة حرارة للمسخنات مـابين ١٠٠ - ١٢٠°م أثنـاء التجفيـف المبدئـى وتخفـض تدريجيا خـلال فترة التجفيف مـن ٦ - ٨ سـاعات. وظروف التجفيف تختلف بـإختلاف الغـذاء ولكـن لايسمح لدرجـة حرارة سطح الغذاء بالإرتفاع عـن ٦٠°م.

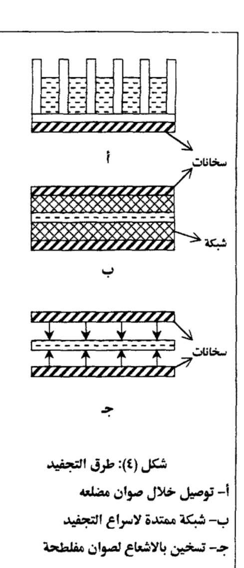
وفى التجفيد المستمر فإن صوانى الأغذية تدخـل وتخرج من المجفف خلال أقفال تفريغ vacuum locks وتمر رصة الصوانى فـى غرفة فـراغ طويلـة على قضبان ويفصل بين الصوانى المسخنات وذلـك خلال مناطق التسخين حيث يسبق برمجة كل من درجـة حـرارة المسـخن والمـدة التـى تبقـى فيـها الصوانى فى كل منطقة بالنسبة لكل غـذاء علـى حـــده. وتعمـــل حاســوبات صغـــيرة microprocessors فـى متابعـة وضبـط زمـن ودرجة حرارة وضغط العملية فى الغرفـة وكذلـك درجة حرارة سطح الناتج (شكل ٣).



شكل (٣): مجفد مستمر

مجفدات التلامس contact freeze dryers

وفيـها يوضـع الغـذاء علـى صوانـى ذات أضلـع ribbed trays (شـكل ٤ أ) التىتكـون علـى المسخنات. وهذه المجفدات تجفف بدرجة أبطأ عـن المجفـدات الأخـرى لأن الحـرارة تنتقـل بـالتوصيل إلى جـانب واحـد مـن الغـذاء فقـط. والتلامس غير متساو بين الغذاء المجمد والسطح المسخن مما يخفض من معدل إنتقال الحرارة. كما أن هناك إنخفاضا فى الضغط خلال الغذاء مما ينتج عنه فرق فى معدلات التجفيف فى الطبقات العليا والسفلى. وتبلغ سرعة البخار حوالى ٣متر/بالثانية m/s ويمكن لجسيمات دقيقة fines من الناتج أن تحمل مع البخار وتفقد. ولكن مجفدات التلامس لها سعة أكبر عن المجفدات الأخرى.



شكل (٤): طرق التجفيد

أ- توصيل خلال صوان مضلعه

ب- شبكة ممتدة لاسراع التجفيد

جـ- تسخين بالاشعاع لصوان مفلطحة

المجففات المسرعة

accelerated freeze dryers

وفى هذه الأجهزة فإن الغذاء يكون بين طبقتين من شبكة معدنية ممتدة ويتعرض لضغط خفيف من الجانبين (شكل ٤ب). وتنتقل الحرارة أسرع عن طريق الشبكة عن المسخنات المسطحة plate heaters وكذلك يخرج البخار بطريقة أسهل من سطح الغذاء. ويعمل هذان العاملان على خفض زمن التجفيف بالنسبة لطرق التلامس.

المجفدات بالإشعاع

radiation freeze dryers

تستخدم الأشعة تحت الحمراء infrared radiation من مسخنات الإشعاع فى تسخين طبقات الغذاء الضحلة الموجودة على صوان مسطحة flat (شكل ٤ جـ). والتسخين يكون أكثر تجانسا عن طرق التسخين بالتوصيل لأن عدم إنتظام سطح الغذاء له تأثير أقل على معدل إنتقال الحرارة. وليس هناك إنخفاض فى الضغط خلال الغذاء وبذا فأن ظروفا ثابتة للتجفيف تتواجد. وتحرك البخار يكون بسرعة حوالى ١ متر/ثانية m/s وخطر إنتقال الناتج معه يكون صغيرا. والتلامس القريب بين الغذاء والمسخنات ليس ضروريا وتستخدم صوانى مسطحة وهذا إقتصادى أكثر كما يسهل تنظيفها.

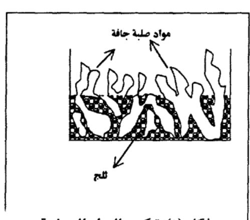
مجفدات الموجات القصيرة والعازل الكهربى

microwave & dielectric freeze dryers

يمكن إستخدام مسخنات الموجات القصيرة والعازل الكهربى فى التجفيد ولكنها غير مطبقة غالبا صناعيا. ومن الصعب ضبط التسخين بالموجات القصيرة لأن الماء له عامل فقد أعلا من الثلج وأى إنصهار محلى local melting للثلج يعنى سلسلة من التسخين الزائد السريع. ولكن التسخين سريع ولايسبب تسخينا زائدا للسطح مما يجعل الضرر من الحرارة أقل مايمكن كما لاينتج أى تغير لونى بنى/اسمرار على السطح surface browning وأجهزة التسخين صغيرة ومحكمة ونظيفة فى التشغيل تصلح للضبط الآلى.

الإنضباط المعكوس للمواد المجفدة
reversible freeze-dried compression

فى هذا التحوير يجفد الغذاء إلى ٩٠٪ رطوبة وبعد ذلك يضغط فى قضبان bars بإستخدام ضغط يبلغ ٦٩,٠٠٠ كيلو باسكال kPa وتعمل الرطوبة المتبقية على الإحتفاظ بالغذاء مطاطا أثناء الإنضغاط ثم يجفف الغذاء بالفراغ vacuum-dried. وعند التعبئة فى غاز خامل يكون لهذه الأغذية عمر على الرف يبلغ خمس سنوات. وتستخدم فى الجرايات العسكرية military rations وهذه القضبان تستعيد تكوينها reconstitute بسرعة وفى النهاية تستعيد شكلها وحجمها الطبيعيين.



شكل (٥): تركيب المواد المجفدة مظهرا وجود الثغور

تأثير التجفيد على الأغذية effects on foods

تحتفظ الأغذية المجفدة بالخواص الحسية والجودة الغذائية بدرجة كبيرة ويبلغ عمرها على الرف أكثر من ١٢ شهراً على درجة حرارة الغرفة ambient temperature إذا أحسنت تعبئتها. ومركبات العبير المتطايرة لاتوجد فى الماء النقى لبلورات الثلج ولذا فهى لاتحتبس فى بخار الماء الناتج بتأثير التسامى ولكنها تحتبس فى شبكة الغذاء food matrix وعلى ذلك فإن الإحتفاظ بالعبير aroma بدرجة ٨٠-١٠٠٪ ممكن.

كذلك فإن التجفيد يحفظ قوام الأغذية ويحدث إنكماش قليل ولايحدث أى تصلب سطحى case-hardening ويسمح التركيب الثغرى المفتوح open-porous structure (شكل ٥) بإعادة تميؤ rehydration سريع وكامل ولكنه هش fragile ويتطلب حماية من أى تلف أو ضرر ميكانيكى.

والتغيرات فى البروتين قليلة وكذلك فى النشا والكربوايدرات الأخرى ولكن التركيب الثغرى المفتوح للغذاء قد يسمح للأكسجين بالدخول مسبباً تدهور تأكسدى للدهون. ولذا يعبأ الغذاء فى غاز خامل. والتغيرات فى الثيامين وحمض الأسكوربيك أثناء التجفيد متوسطة ويوجد فقد يمكن التغاضى عنه فى الفيتامينات الأخرى. أما الفقد نتيجة تحضير الغذاء فقد يؤثر على قيمته الغذائية النهائية ولكن هذا عام مع بقية طرق الحفظ.

وصناعياً يستخدم التجفيد فى إنتاج مساحيق powders من الأغذية السائلة كعصير الفواكه ومستخلص القهوة وأغذية صلبة كاللحم والفاكهة والخضر.

ويصلح التجفيد – والذى يعتبر مكلفاً – للمخيمات والحملات كما أنه يصلح مع التوابل والأعشاب التى عادة تخزن للإستخدام على فترات.

الفرق بين التجفيد وطرق التجفيف بالهواء الساخن	
التجفيف التقليدى	**التجفيد**
- ينجح مع الأغذية التى تجفف بسهولة مثل الخضر والحبوب	ينجح مع معظم الأغذية ولكنه يستخدم مع الأغذية التى يصعب تجفيفها بالطرق الأخرى
- اللحم عادة غير مرض	ينجح مع اللحم الطازج والمطبوخ
- تتراوح درجات الحرارة مابين ٣٧-٩٧°م.	درجات الحرارة تحت نقطة التجمد
- عادة تحت ضغط جوى	تحت ضغط منخفض ٢٧-١٣٣ باسكال Pa
- يتبخر الماء من سطح الغذاء	يتسامى الماء من خط الثلج
- تتحرك المواد الذائبة وقد يحدث تصلب سطحى	أقل درجة من حركة المواد الذائبة
- الضغوط فى الأغذية الصلبة تسبب تلفاً فى التركيب وإنكماشاً	أقل تغير فى التركيب أو إنكماش
- إعادة تميؤ rehydration بطيئة وغير كاملة	إعادة تميؤ سريعة وكاملة
- الجسيمات الصلبة أو الثغرية porous كثيراً ماتكون كثافتها أعلا من الغذاء الأصلى	الجسيمات الجافة الشعرية لها كثافة أقل من الغذاء الأصلى
- الرائحة والنكهة كثيراً ماتكون غير عادية	الرائحة والنكهة عادة عادية
- اللون عادة أغمق	اللون عادة طبيعى
- القيمة الغذائية أقل	يحتفظ بالمغذيات بدرجة كبيرة
- التكاليف عادة منخفضة	التكاليف عادة عالية قد تبلـ[illegible]ع مرات تكاليف التجفيف التقليدى

إعادة التميؤ/التكوين rehydration

تستخدم المعادلة الآتية فى حساب نسبة إعادة التكوين أو التميؤ بعد النقع أو الغليان فى ماء لمدة تختلف بإختلاف الناتج: (Osman)

نسبة التميؤ أو إعادة التكوين =

$$\frac{و_م (١٠٠ - ب)}{و_ج (١٠٠ - أ)} \times ١٠٠$$

حيث:

$و_م$ = وزن العينة بعد إعادة التكوين/التميؤ

$و_ج$ = وزن العينة جافة (المجففة)

أ = نسبة الرطوبة المئوية فى العينة الجافة

ب = نسبة الرطوبة المئوية فى العينة الأصلية

جفلية dehydrocanning

(Bender)

هى عملية يزال فيها ٥٠٪ من الماء من الغذاء قبل التعليب ومزاياها الإحتفاظ بالقوام بالتجفيف الجزئى والإقتصاد فى التخزين والنقل عن طريق تقليل الحجم والوزن.

جفمدة dehydrofreezing

(Bender)

هى عملية لحفظ الفاكهة والخضر بتبخير نصف إلى ثلثى الماء قبل التجميد. ويُدعى أن القوام والنكهة تكونا أحسن من التجفيف أو التجميد وحده كذلك فإن إعادة التكوين/التميؤ تكون أسرع مما فى حالة المنتجات المجففة.

جل gel

(McGraw-Hill Enc.)

الجل نظام فردى له وسطان/طوران two phases أحدهما صلب والآخر سائل. والجل يسلك سلوك المواد الصلبة المرنة ويحتفظ بشكله الخاص فى حين أن الصلات (صل) sols (منتشرات غروية) تكتسب شكل الوعاء. وعادة الجل به نسبة مواد صلبة منخفضة (٢-٥٪ أكسيد حديديك و ٠,١٪ دم متجلط/الجساد). ويدخل تحت الجل الجلى jellies أو الجل المرن elastic الشفاف والغنى فى السائل، وكذلك المترسبات الجيلاتينية والتى يعتقد أنها تتكون من جسيمات صغيرة من الجلى jelly.

والجل المحب للماء lyophilic عادة عضوى ويشمل الجيلاتين والآجار-آجار . وبعض أنواع الصابون ويمكن تحضيرها بالسماح للصل sol الذى حضر على درجة حرارة مرتفعة بأن ينتفخ swell فى مذيب. وعقد أو تتكون الجل من الصل sol يتميز بـ : ١- زمن العقد. ٢- درجة حرارة تكون الجل temperature gellation. ٣- التركيز الحرج للعقد setting. ٤- معدل زيادة اللزوجة.

وإذا تحول الجل إلى صل sol بالهز shaking تسمى هذه العملية تسييل القوام عكسياً بالرج thixotropy وهذا الصل sol يرجع إلى جل بتركة فترة on standing. وعكس هذه العملية يسمى إسراع لتكوين الجل بالهز rheopexy حيث ينعقد الجل بسرعة أكثر إذا قُلِّبَ أو أهتز vibrate.

وهناك نظريتان تشرحان تركيب الجل:

قرص العسل الأبيض honey comb: حيث تعتبر هذه النظرية الوسط الصلب هو الوسط المستمر مع وجود السائل فى ثغور أو ثقوب.

كومة المكنسة brush-heap: وفيها السائل هو وسط الإنتشار والثقوب holes أو الشعيرات capillaries هى الفروج/الصدوع interstices بين الجسيمات الصلبة solid particles.

ويرى آخرون أنه ليس هناك تعريف دقيق للجل فيرونه شبكة ذات ثلاثة أبعاد تثبت كميات كبيرة من المياه فى حالة لزوجة مرنة viscoelastic وأن هناك نوعان من الجل: (Eliasson)

١- جل جسيمات particle gels يتكون من تجمعات غروية قد تختلف فى الشكل من

كروية إلى قضبان إلى أقراص وفى الحجم تكون مثل طول موجة الضوء المرئى.

٢- جل الجزيئات الكبيرة macromolecular gels وتتكون من سلاسل بوليمر ترتبط تساهمياً covalently أو فيزيقياً physically associated.

ويعرف النوعان من سلوكهما الإنسيابى rheological behavior والنوع الأول عادة غير شفاف بينما النوع الثانى شفاف.

ومن المكونات الأساسية للخبز والأغذية الأخرى التى تكون الجل البروتينات والسكريات العديدة. وأكثر ميكانيزم لتكوين جل البروتين هو التغير الجزيئى الحرارى فى المسخ وهى عادة عملية ذات خطوتين س بن ← س بم ← (بم)س فيحدث فرد لجزيىء البروتين الطبيعى (بن) وينتج البروتين الممسوخ (بم) ثم يحدث الإرتباط association مما ينتج عنه الجل.

وفى ميكانيزمات أخرى لتكون الجل قد يحدث تكون كبارى كب-كب (بيكبريتيد) بين الجزيئات. ويجب أن يتميز الجل بقوة التماسك cohesiveness فإذا وضعت قطعتان منه لهما نفس التركيب حيث يتصلا فإنهما يجب أن يلتحما بحيث لايوجد أى سطح بينهما interface عند منطقة الإتصال فإذا لم يختف السطح البينى فى منطقة الإتصال فإن هذه المادة لاتعتبر جلا حقيقيا true gel وتسمى فى هذه الحالة كوجل coagel ومن أمثلة الكلوجل آح/بياض البيض المغلى. والكوجل مثل الجل به كمية كبيرة من الماء المثبت immobilized water وله خواص لزوجة مرنة ولكنه ليس جلا حقيقيا لأنه لايتصف بقوة التماسك cohesiveness. ويمكن تحويل جل الجلوتين بنجاح إلى كوجل coagel بالتسخين. وتظهر السكريات العديدة polysaccharides غالبا تركيب الجل ومنها النشا والبنتوزات.

أنظر: غروى: كربوايدرات الحبوب

أندغام الجل syneresis

هو فقد سائل مع إنقباض contraction الجل أو الجلطة clot.

(Hammond)

فصل بالجل gel filtration or permeation chromatography

هى طريقة فصل separation technique تشمل امرار سائل خلال عمود يحتوى على وسط ثابت يتكون من مادة ذات ثغور porous وهو يسمح بالفصل السريع للمواد ذات الأوزان الجزيئية المرتفعة تبعا للإختلافات [illegible] هذه الأوزان.

جل الإستشراء الكهربى gel electrophoresis

إنظر: إستشراء كهربى (هجرة كهربية) electrophoresis

مجلة Journal

نشرة publication دورية تعالج الأمور ذات الإهتمام الجارى تستخدمها مجموعات رسمية أوشبه رسمية.

(Webster)

جلبان Lathyrus pea

(Everett)

Lathyrus جنس به حوالى ١٣٠ نوعاً .spp من
الفصيلة/العائلة: القرنية (pea) Leguminosae

بعض أوصاف:

الـ *Lathyrus* تتميز بأزهار لها بتلات ذات أجنحة.
والجلبان grass-pea (*Lathyrus sativus*) يوجد فى أوروبا وآسيا ويزرع كعلف أخضر وسكان بعض البلاد يأكلونه كغذاء.
والـ *Lathyrus* يشمل حوليات وعشبيات مستديمة معظمها كروم معاليق tendril تتسلق وقليل منها قائم erect والسيقان مجنحة أو ذات زوايا والأوراق ريشية متبادلة لها عدد زوجى من الوريقات وغالباً واحدة نهائية يمثلها معلاق tendril وبعض الأنواع لايوجد بها هذا. والـ *Lathyrus* غير المتسلق يسمى جلبان غليظ vetchling.

الجلبان Lathyrus bean

الإسم العلمى *Lathyrus sativus* L.
الفصيلة/العائلة: قرنيات فراشية Fabaceae
وقد يسمى chickling vetch. كما أن له أسماء أخرى كثيرة فى مختلف المناطق وهو يزرع فى الهند وفى حوض البحر الأبيض المتوسط وأمريكا الجنوبية. (Adsule)

التركيب الكيماوى:

بذور الجلبان بها حوالى ١٠٪ رطوبة ومن ٢٥-٢٩,٩٪ بروتين و ٠,٦ - ١,٢٪ دهن و ٥٨,٢ - ٦٥,٢٪ كربوايدرات و ٢.٣ - ٣,٦٪ رماد وتعطى كل ١٠٠ جم منها ٢٩٣ - ٣٩١ سعراً.
ولكنها تحتوى أيضاً على بعض مضادات التغذية antinutritional factors.

البروتينات

تفتقر بروتينات الجلبان الأحماض الأمينية الكبريتية والتربتوفان ولكن محتواها من الليسين عال. وهى عموماً قد تفوق فى محتواها من الأحماض الأمينية غيرها من البقول. وعند إضافة الميثيونين تتحسن الزيادة فى الوزن فى الحيوان. والجدول يبين قيم هذه البروتينات بالنسبة لبروتينات البيض المعطاه من هيئة الأغذية والزراعة FAO

القيمة	جلبان	البيض
معامل الهضمية٪	٩٠-٩١	٩٧
القيمة البيولوجية٪	٤٢-٥٣	٩٣,٧
نسبة كفاءة البروتين	سالب إلى ٠,٣	٣,٩
صافى إستخدام البروتين٪	٤٨	٩٣,٥

ويعزى إنخفاض قيمة بذور الجلبان الغذائية إلى نقص الأحماض الأمينية الكبريتية ووجود العوامل المضادة للتغذية.

الدهون:

أهم الأحماض الدهنية المشبعة هو حمض البالمتيك ويوجد بنسبة تبلغ حوالى ٢٥٪ ومن الأحماض الدهنية غير المشبعة حمض اللينوليك الذى تبلغ نسبته حوالى ٦٧٪ ثم هناك الأستياريك (٣٪) والأولييك (١٪) واللينولينيك (٣٪).

الكربوايدرات:

يوجد من الكربوايدرات سكريات ونشا وألياف خام ولكن من السكريات يوجد بنسبة سائدة من عائلة الرافينوز فى البذور وهذه لها علاقة بتكوين غازات فى الإنسان والحيوان بعد استهلاك هذه البذور.

المعادن:

يوجد من المعادن فى كل ١٠٠ جم من هذه البذور الكالسيوم ٩٠ – ١١٠ مجم ومن الفوسفور ٣٢٧– ٥٠٠ مجم ومن الحديد ٥,٦ – ٦,٣ مجم ومن المغنيسيوم ٩٢ مجم ومن الصوديوم ٣٨ مجم ومن البوتاسيوم ٦٤٤ مجم ومن النحاس ٠,٧٧ مجم ومن الكبريت ١٤٤ مجم ومن الكلور ٣٦ مجم.

الفيتامينات:

بذور الجلبان يحتوى كل ١٠٠ جم منها على ٠,٣٩ مجم ثيامين، ٠,١٧ مجم ريبوفلافين و ٢,٩ مجم نياسين وعلى ١٢٠ ميكروجرام كاروتين.

مضادات التغذية:

اللاثيروجينات lathyrogens: هناك إرتباط بين إستهلاك الجلبان بنسب مرتفعة ومرض اللاثيزم العصبى neurolathyrism الذى يؤثر على الحبل العصبى spiral cord والأطراف وعلى الحركة ويتأثر الجهاز العصبى المركزى وذلك على مراحل قد تنتهى بالوفاة. والمرض ولو أنه قد ينتشر فى الهند ولكنه وجد أيضا فى ألمانيا واليونان وإيطاليا والجزائر وبنجلاديش وإيران. وقد عزل المركب المسئول عن ذلك وهو

أ ‖ يد أ–ك | أ=ك | يد–ن | يد–ك–يد | يد،ن–ك–يد | يد أ أ ك	فهو: بيتا–ن–اكسالايل أمينوألانين β-N-oxalyl aminoalanine (BOAA) أو: بيتا–ن–اوكسالايل–ل–الفا،بيتا–ثنائى أمينو حمض البروبيونيك (أ.ثنا.أ.ب) β-N-oxalyl-L-α,β-diaminopropionic acid (ODAP)

وهو قد يوجد على هيئة ألفا α أو بيتا β والبيتا β تبلغ نسبتها ٩٢–٩٦٪. وبالحلمأة يحصل من الشكلين على حمض أكساليك وألفا–بيتا ثنائى أمينو حمض البروبيونيك α-β-diamino propionic acid. وهذا المركب وجد أيضا فى ١٣ نوعا من الـ *Crotolaria* و١٧ نوعا من الـ *Acacia*.

مثبطات التربسين:

تحتوى البذور على مثبطات للتربسين وللكيموتربسين ومثبط التربسين لايوجد به ميثيونين وله وزن جزيئى ويبلغ ٢٢٠٠٠.

الفيتات:

حوالى ٣٠٪ من الفوسفور الكلى فى بذور الجلبان يوجد على هيئة حمض فيتيك.

حمض الأكساليك:

تبلغ نسبة حمض الأكساليك فى هذه البذور حوالى ١٤٤مجم/١٠٠جم وهى نسبة عالية بالنسبة للبقول الأخرى.

العوامل التى تؤثر على الجودة
factors influencing quality

١- عوامل وراثية: تتراوح نسبة (أ.ثنا.أ.ب) فى مختلف الأصناف من ٠,١ - ٢,٦٪. وهناك عدة أصناف منها صنف بوزا-٢٤ Pusa-24 تعتبر آمنة ليستهلكها الإنسان.

٢- مكان الزراعة: تؤثر عوامل البيئة على نسبة الـ أ.ثنا.أ.ب فى هذه البذور.

٣- نمو النبات والنضج plant growth & maturity: وجد أنه أثناء النمو يبلغ مستوى الزعاف أقصاه فى الورق ثم الساق وأقله فى الجذور وبزيادة عمر النبات تقل هذه النسب. أما فى البذرة فإن أقصى محتوى كان فى الجنين ثم الفلقات وأقلها فى قشرة البذرة seed coat وإنخفض الزعاف فى القشرة والجنين وتراكم فى الفلقات.

٤- الرش بالكيماويات: إذا رشت النباتات فى طور إكتمال الأزهار maximum flowering stage بنترات الكوبالت (٠,٥مجم/لتر) فإن المحتوى من أ.ثنا.أ.ب ينخفض بمقدار ٣٣٪ وإذا رشت بموليبدات الأمونيوم (٢٠مجم/لتر) ينخفض بمقدار ١٩٪.

المعاملة والإستخدام:

التقشير: بالطبع التقشير يزيل القشرة coat وأثناء الطحن يزال الجنين germ فتقل نسبة الزعاف.

النقع soaking: حيث أن الزعاف هو حمض أمينى يذوب فى الماء فإن النقع فى ماء بارد أو دافىء يعمل على النض leaching وقد أقترح نقع البذور فى ماء ساخن لمدة عدة ساعات ثم تجفيفها شمسياً كطريقة للتخلص من الـ أ.ثنا.أ.ب فى هذه البذور.

الإنبات germination: يخفض نشاط مثبط التربسين أثناء الإنبات كما تتحسن القيمة الطبخية cooking quality أثناء الإنبات أيضاً وبذا تتحسن قيمة البذور الغذائية.

الطبخ cooking: يفقد حوالى ٩٠٪ من مثبط التربسين بالطبخ فتتحسن الجودة. والنقع فى ماء الجير lime water أثناء الليل ثم الغلى هدم الزعاف ومثبط الإنزيم فى بذور الجلبان. وفى السفع parboiling حيث تنقع البذور أثناء الليل وتطبخ بإعتدال فى ماء يغلى ثم تجفف يزال حوالى ٨٠٪ من الزعاف ولايحدث إلا أقل تغيير فى القيمة الغذائية.

التحميص roasting: اقترح بعضهم تحميص هذه البذور لمدة ١٥-٢٠ق على ١٤٠°م للتخلص من الزعاف.

الإستخدامات الغذائية: تطحن البذور إلى دقيق ويحضر منها روتى roti أو يخلط الدقيق مع الأرز ويعمل منه عصيدة porridge تسمى جوتو ghotu أو تعمل منه عجينة مع الماء على هيئة كرات وتغلى وتؤكل. كما حاول البدو فى تحضير طعمية منها (فى مصر).

تجلتن **gelatinization**

عندما يخلط النشا بالماء ويسخن لما بعد ٥٦° - ٧٥°م - الدرجة الحرجة - فإنه يتجلتن وتختلف درجة الحرارة تبعاً لنوع النشا. (Ensminger)

فالنشا عندما يسخن تضعف الروابط الكيماوية – الروابط الأيدروجينية – التي تربط الحبيبات granules ببعضها البعض وهذا يسمح للماء بأن ينفذ إلى الحبيبات فتنتفخ إلى عدة مرات حجمها الأصلي. وهذا التغيير يسمى تجلتن gelanization.

وبحدوث التجلتن فإن روقان clarity ولزوجة – سماكة – المحلول تزيدان وتفقد حبيبات النشا شكلها المجهري الفريد إذ تتمزق ويخرج الأميلوز والأميلوبكتين. وخواص هذه المحاليل المطبوخة اللزجة تختلف من نشا إلى آخر. وبعد التبريد إلى درجة حرارة الغرفة فإن نشا الجذور يكون أكثر روقاناً وسيولة، بينما نشا الحبوب يعطي عجيناً paste غائماً وأقل سيولة ويميل إلى أن يشبه الجيلي jelly-like. وتتوقف هذه الخواص على المحتوى من الأميلوز والأميلوبكتين وعلى حجم جزيء كل منهما. وبعض الهجن –الهجن الشمعية– للذرة والذرة الرفيعة يكاد يكون نشاها مكوناً من أميلوبكتين فقط بينما هجن أخرى محتواها من الأميلوز عال جداً. وبوجهة عامة فإن الميل إلى الثخانة أو تكوين جل عند التبريد وأن تصبح عاتمة opaque يعتمد على وجود الأميلوز.

والجدول يعطي بعض خواص تجلتن بعض أنواع النشا:

تجلتن النشا		
مصدر النشا	درجة الحرارة الحرجة °م	خواص النشا المطبوخ
١- نشا الحبوب ذرة، ذرة رفيعة، أرز، قمح	٦٢ – ٧٥	عجائن قصيرة الجسم لزجة تكون جلاً معتماً بعد التبريد.
٢- الجذور والدرنات البطاطس والتابيوكا	٥٦ – ٧٠	يكون عجائن لزجة طويلة الجسم رائقة نسبياً، وعند التبريد تعطي جلاً ضعيفاً.
٣- هجن شمعية ذرة وذرة رفيعة	٦٣ – ٧٤	تكون عجائن ثقيلة الجسم خيطية ورائقة وتقاوم تكوين الجل عند التبريد.
٤- هجن عالية المحتوى من الأميلوز ذرة	١٠٠ – ١٦٠	تكون عجيناً قصير الجسم ينعقد إلى جيل جاسيء جداً معتم عند التبريد.

أنظر: نشا

جلجل

جلجلان sesame in the pods

السمسم عندما يكون في قرونه يعرف بإسم الجلجلان.

أنظر: سمسم

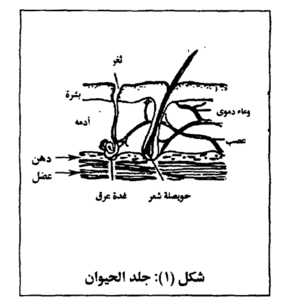
جَلَد

جلد skin

١- في النبات هو الغطاء الخارجي للثمار والفواكه والبذور مثلما في لحاء/قشرة rinds والقشور/عصافة (قشرة خارجية) husks والقشر peels.

(Ensminger)

٢- في الحيوان والإنسان الطبقة الخارجية من نسيج الجسم خاصة إذا كان طرياً soft ومرناً fexible وهو يغطي الجسم envelops ويتكون من الأدمة dermis والبشرة epidermis. والجلد هو أكبر عضو في الجسم، وبعد المخ هو أكثرها تعقيداً (شكل ١). (Hammond)



شكل (١): جلد الحيوان

ويتعرض الجلد في الإنسان والحيوان لتغيرات كثيرة بتأثير الأحوال الصحية والغذاء والعمر.

إنظر: البدانة ، الفيتامينات المختلفة.

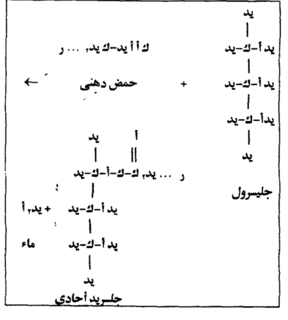
مجلد volume

١- مجموعة من الأوراق مجلدة bound مع بعضها سواءاً كانت عملاً واحداً أو جزءاً من عمل ومغطاه بغطاء واحد أو جلدة واحدة.

٢- عدد من أجزاء issues من دوريات periodicals طبعت في زمن معين (مثل سنة وكل عدد من هذه المجلات له رقم يحدده الناشر ويبتدىء من عدد ١ مجلد ١. (Webster)

جلسريد glyceride

يتكون الجلسريد من إتحاد حمض دهني مع الجليسرول مكوناً أستر أي تتحد مجموعة الكربوكسيل في الحمض الدهني مع مجموعة الأيدروكسيل (واحد منها) في الجليسرول الذى هو كحول ثلاثي (أنظر). (Guthnie & عثمان)



وفى هذه الحالة يتكون جليسريد أحادى monoglyceride. وإذا أتحد حمضان دهنيان بمجموعتين من الأيدروكسيل فى الجليسرول يتكون جليسريد ثنائى diglyceride وإذا أتحدت ثلاثة أحماض دهنية بالثلاث مجاميع أيدروكسيل فى الكحول الثلاثى الجليسرول ينتج جليسريد ثلاثى triglyceride والجليسريدات الثلاثية تمثل حوالى ٩٥٪ من الدهون فى الغذاء. والجليسريدات الثلاثية البسيطة simple هى التى تكون الأحماض الدهنية الثلاث الداخلة فى تركيبها واحدة فإذا إختلفت عرفت بأنها مختلطة mixed.

أما الجليسريدات الأحادية والثنائية فنظراً لإحتوائها على مجموعة أو أثنين أيدروكسيل حرة فى جزىء الجليسرول فإنها يمكن أن تعمل كمستحلبات emulsifiers وتستخدم فى صناعة الأغذية لهذا الغرض ولتثبيت القوام وتستخدم فى العقبة المجمدة frozen deserts وفى دهن الخنزير lard وفى دهون التنعيم shortenings وفى المرجرين. وإذا حل حمض الخليك محل واحد (أو أثنين أحياناً) مكان حمض دهنى (أو أثنين) فى الجليسريد نتج مايسمى الجليسريد الخلى acetoglyceride أو أسترات جليسريدية جزئية partial glyceride esters وهى غير شحمية nongreasy ويكون لها نقاط إنصهار أكثر إنخفاضاً وتستخدم فى دهون التنعيم ومواد البسط spreads وكأفلام لتغطية الأغذية plasticisers وكملدنات.

(Ensminger)

وتستخدم الجليسريدات الأحادية فى منتجات الخبيز لمنع ظاهرة الأجون staling وربما يتم ذلك بالإتحاد مع الأميلوز ومنع إنتكاس النشا retrogradation.

(McGee)

جليسرول/جليسرين
glycerol/glycerin

(Merck)

هو ثلاثى أيدروكسي البروبان trihydroxy propane وله وزن جزيئى ٩٢,٠٩

```
يد  يد  يد
|   |   |
ك ـــ ك ـــ ك ـــ يد
|   |   |
يدأ  يدأ  يدأ
```

(Ensminger)

ويحصل عليه من الزيوت والدهون كناتج ثانوى فى صناعة الصابون والأحماض الدهنية.

وهو سائل عديم اللون والرئحة يكاد يكون شراباً syrupy له طعم حلو دافىء وحلاوته تبلغ ٠,٦ قدر حلاوة السكروز ويمتص الرطوبة من الهواء وكذلك يد٢كب ، يد ك ن، كب أ٢. وقد يحدث إنفجاراً مع عوامل الأكسدة القوية مثل كلورات البوتاسيوم أو برمنجنات البوتاسيوم. ويعطى تفاعلا متعادلاً بالنسبة لعباد الشمس litmus. ويتصلب بعد تبريد طويل على صفر °م مكوناً بلورات لامعة معينية مستقيمة orthorhombic تنصهر على ١٧,٨°م ويغلى على ٢٩٠,٠°م مع التهدم.

ويختلط بالماء والكحول ولايذوب فى البنزين أو الكلوروفورم أو رابع كلوريد الكربون أو بيكبريتيد

الكربون أو الايثير البترولي أو الزيوت. ويستخدم كمذيب وكمثبت للرطوبة humedant وكملدن plasticizer وكمنعم ويعمل على الاسترخاء emollient وكمادة محلية sweetener وفي مواد التجميل وفي الصابون السائل وفي المشروبات الكحولية liqueurs وفي الحلويات وفي المفرقعات والطبع وفي الأقمشة وكمضاد للتجمد antifreeze وفي مغذيات التخمر في إنتاج المضادات الحيوية. ويقال أن له ١٥٨٣ إستخداماً وهو من المواد التي تعتبر مأمونة GRAS.

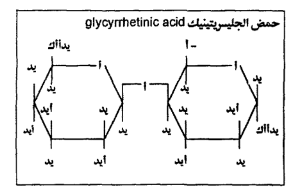
ويعتقد أنه يزيد من التحمل endurance ولذا يستخدمه بعض الرياضيين حيث يساعد على إستخدام أحسن للماء.

جليسريزين glycyrrhizin

(Merck)

أو حمض الجليسريزيك glycyrrhizic acid (ك٤٢يد٦٢أ١٦).

له وزن جزيئي قدره ٨٢٢,٩٢ يستخلص من العرق سوس (*Glycyrrhiza glabra* L.) liquorice أو licorice أو sweet root من الفصيلة/العائلة: القرنية Leguminosae.



وهو عبارة عن بلورات ذات طعم حلو جدا تذوب في الماء والكحول وتكاد لاتذوب في الايثير. ويبلغ في الحلاوة ٥٠ مرة قدر حلاوة السكروز. وهو من المواد التي تعتبر مأمونة GRAS.

والعرق سوس معروف في الشرق الأوسط من قديم الزمان وأستخدمه المصريون في الأغراض الطبية ويحضر مستخلصه بغلي الجذور الصفراء في ماء ثم يبخر الزائد من هذا الماء والجزء الأسود المتبقي به مكونان أساسيان الزيت الطيار essential oil الأنيتول anethole وحمض الجليسرينيك وهو ذو طعم حلو وإن كان أقل حلاوة من الجليسريزين.

(McGee & Ensminger)

وهو يستخدم حاليا في القند وفي الطباق (الدخان) الذي يحليه sweetens وفي أكسابه الخضالة moistness وفي صناعة البيرة وفي الأدوية لتحسين الطعم. كما أنه ملين.

(McGraw-Hill Eic.)

جلط

جلط to coagulate

(Hammond)

تحول من الحالة السائلة إلى الحالة الجيلاتينية gelatinous أو الحالة شبه الصلبة semisolid.

تجلط coagulation

١- التجلط coagulation من الوجهة العلمية العامة له معنيان قريبان: (Van Nostrand)

أ- هي عملية تصلب solidification كاملة أو جزئية لمحلول غروي ليكون كتلة جيلاتينية gelatinous أو إنفصال كتلة جيلاتينية من نظام سائل. فهي تشمل إنفصال الوسط المنتشر

عن الوسط المستمر continuous مما يميزها عن تكون الجل gelation (أنظر: جل).

ب- نتيجة تغير الطـــور المشتت disperse phase أو صلب ذائب dissolved solid مما يسبب إنفصال النظام إلى وسط سائل وكتلة غير ذائبة كما في تجلط coagulation البيومين البيض.

٢- في العلوم البيولوجية هذا الإصطلاح له معنيان متخصصان:

أ- تجلط الدم أو الليمف lymph.

ب- التغيرات التى تحدث فى نسيج نتيجة تأثير إرتفاع درجات الحرارة أو كيماويات معينة.

التجلط فى معاملة المياه:

المياه ذات المحتوى العالى من المواد العضوية والحديد قد تتجمع/تتجلط فيها الجسيمات الدقيقة والمواد الغروية طبيعياً بالخلط البسيط ولكن المصطلح يستخدم عادة للتجلط الكيماوى حيث يضاف أملاح حديد أو ألومنيوم للماء لتكوين مُلَبّد floc من أيدروكسيد غير ذائب وهو ريشى يمتص بدرجة عالية الغرويات المسببة للون والبكتريا والجسيمات الدقيقة والمواد الأخرى وبذا تزال من الماء. (McGraw-Hill Enc.)

(أنظر بالول – معاملة المياه)

مُجَلِط coagulant

هو مادة تحدث تجلطاً وتستخدم في ترسيب المواد الصلبة والنصف صلبة. وبعضها طبيعى مثل الثرومبين (أنظر فى تجلط الدم. (Hammond)

إنزيمات التجلط coagulases

١- إنزيمات تسبب التجلط ومنها الرينين rennin.

٢- بروتين تنتجة إحدى الكرويات العنقودية *Staphylococcus* يتفاعل مع بعض المواد فى بلازما الدم مسبباً التجلط. (Hammond)

سلسلة التجلط أو سلسلة هوفمايستر coagulation/Hofmeister series

هى ترتيب محدد للأيونات السالبة والموجبة تبعاً لقدرتها على إحداث تجلط coagulation عند إضافة أملاحها بكمية إلى الصل sols المحبة للماء lypophilic فترتيب الأيونات الموجبة هى:

مغ$^{٢+}$ > كا$^{٢+}$ > استرنشيوم$^{٢+}$ (ست$^{٢+}$) > باريوم$^{٢+}$ (با$^{٢+}$) > ليثيوم$^{+}$ (لث$^{+}$) > صوديوم$^{+}$ (ص$^{+}$) > بو$^{+}$ > روبيديوم$^{+}$ (بيد$^{+}$) > سيزيوم$^{+}$ (سز$^{+}$)

وهذه السلسلة تسمى أيضاً lyotropic series

والتأثير يسمى فصل بالتمليح salting out

(Van Nostrand)

تكون جلطة الدم bloc lotting

عندما تصاب/تتضرر injure الخلية فإن الكالسيوم المتأين فى الدم ينشط/ينبه إلى إفراز الفوسفوليبيد: ثرومبوبلاستين من صفائح الدم المتضررة وهذا يحفز تحويل البروثرومبين الموجود طبيعياً فى الدم إلى ثرومبين. ثم يساعد الثرومبين فى تحويل الفيبرونوجين الموجودة فى الدم الى فيبرين وهو الجلطة clot.

(Guthrie)

(أنظر: بروثرمبين، ثرومبين، ثرومبوبلاستين).

جلوبين globin

هـو بروتـين هسـتونى يوجـد فـى الهيموجلوبـين والميوجلوبين. (McGraw-Hill Dic.)

أنظر: بروتين، هيموجلوبين ، ميوجلوبين.

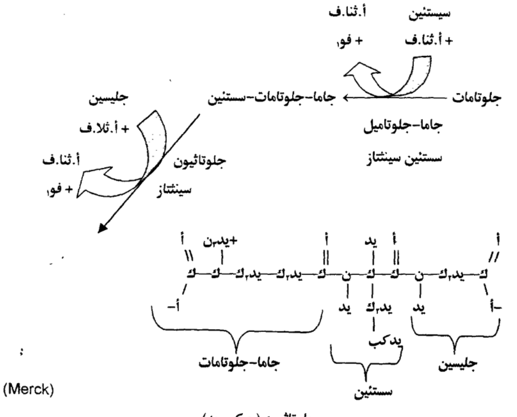
جلوبيولين globulin

هو إسم عام لمجموعة غير متجانسة من البروتينات تترسب بواسطة ٥٠٪ كبريتات أمونيوم مشبعة وبذا تختلف عن الألبيومين وهما يوجدان فـى بلازما الـدم. وبالإستشـراء الكـهربى electrophoresis أمكن تقسيم الجلوبيولين إلى ألفا α وبيتا β وجاما γ على أساس حركتها فى محلول قلوى عند رقم جيد ٨,٦ ولكن كلاً من تحت المجموعات هذه تتكـون من عـدد كبير مـن البروتينـات التـى لها خـواص بيولوجية مختلفة وأحجام مختلفة وخـواص كيماوية مختلفة بخلاف الشحنة الكهربية الصافية. كما أن لها وظائف functions مختلفة. والجاما γ جلوبيولينات يوجد منها علـى الأقـل خمسـة لها إتصـال بعمـل مضادات الأجسام. (McGraw-Hill Enc.)

جلوتاثيون glutathione

يلعب الجلوتاثيون عدة وظائف فى الجسم. وهـو يخلق تبعاً للتفاعل الآتى:

(Stryer)



(Merck)

جلوتاثيون (ج كب يد)

جاما-ل-جلوتاميل-ل-سستئنيل جليسين

وعلى ذلك فالجلوتاثيون ببتيد ثلاثى به مجموعة كب يد حرة sulfhydryl. وبذا فهو يعمل كمنظم لـ كب يد sulfhydryl buffer والذى يحافظ على متبقيات السستئين فى الهيموجلوبين وبروتينات كرات الدم الحمراء الأخرى فى صورة مختزلة والنسبة بين الشكل المختزل للجلوتاثيون GSH ج.كب.يد والشكل المؤكسد له ج كب كب ج GSSG عادة هى ٥٠٠. (Stryer)

ويلعب الشكل المختزل للجلوتاثيون ج كب يد دوراً أيضاً فى إزالة التسمم detoxification بالتفاعل مع فوق أكسيد الأيدروجين والبيروكسيدات العضوية الضارة التى تنتج من الحياه الهوائية

٢ج كب يد + ر-أ-أيد ⟵

ج كب كب ج + يد٢أ + ر أيد

ويحفز هذا التفاعل أنزيم بيروكسيداز الجلوتاثيون glutathione peroxidase والذى يتصل به تساهمياً covalently ذرة سيلينيوم selenium.

والجلوتاثيون المختزل ضرورى للمحافظة على التركيب الطبيعى للخلايا الحمراء وللإبقاء على الهيموجلوبين فى حالة الحديدوز. والخلايا التى بها إنخفاض فى مستوى الجلوتاثيون المختزل تتعرض أكثر لإنحلال الدم hemolysis لأسباب غير مفهومة جيداً.

كذلك يشارك الجلوتاثيون فى نقل الأحماض الأمينية.

ويعمل الجلوتاثيون أيضاً فى إختزال الريبونيوكليوتايد

وحدة ريبوز

يد كب

رر

يد كب

كب

رر

كب

وحدة دى اكسى ريبوز

رر = RR = ردكتاز الريبونيكليوتيد
ribonucleotide
reductase (RR)

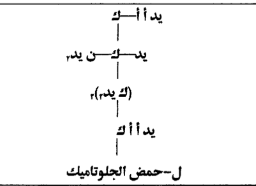
والوزن الجزيئى للجلوتاثيون هو ٣٠٧,٣٣. وهو بلورات من ٥٠٪ إيثانول ينصهر عند ١٩٥° م

ويذوب فى الماء والكحول المخفف والأمونيا السائلة.

جلوتامات glutamate

(Merck)

هو من الجلوتاميك وله وزن جزيئي ١٤٧,١٣. حمض أميني غير ضروري به مجموعتا كربوكسيل يمكن أن يحضر من تخمر محلول كربو ايدرات بواسطة كائن دقيق مناسب مثل *Micrococcus glutamicus* أو بالحلمأة الحمضية لبروتينات نباتية مثل الجلوتين أو بحلمأة الكازين أو كعكة فول الصويا أو دبس البنجر beet molasses وقد عزل من الماء المهدر في صناعة سكر البنجر. كذلك فقد خلق معملياً والموجود منه في الطبيعة هو الشكل الـ -ل



وهذا الشكل هو الشكل الذي يمكنه تعزيز نكهة الأغذية عادة كالملح الصوديومي. أما أيدروكلوريد حمض الجلوتاميك فقد أستخدم لتحسين طعم البيرة.

وهو يذوب في الماء ولكن لايكاد يذوب في الميثانول والايثانول والايثير والأسيتون وحمض الخليك الثلجي البارد.

ويوجد حمض الجلوتاميك بنسب عالية في عش الغراب مما يساعد على عملها لتحسين الطعم.

(McGee)

أنظر: جلوتامين

جلوتامات أحادى الصوديوم monosodium glutamate

أو جلوتامات الصوديوم أو المنكه الصيني Chinese seasoning ج.أ.ص. MSG وهو الملح الصوديومي لحمض الجلوتاميك

ص أ أ ك- ك يد٢ – ك يد٢ (ن يد٢) ك يد – ك أ أ يد

ويحضر بنفس طرق تحضير الحمض. وهو مسحوق متبلر أبيض أو يكاد يكون أبيضاً والأيدرات الأحادية إبر وله رائحة بتون خفيفة وطعم يشبه اللحم وأحسن تركيز هو من ٠,٢ – ٠,٥٪ في الأغذية المحتوية على المقدار العادى من الملح الذى لابد من وجوده لإنتاج طعم الجلوتامات المرغوب. وتركيز ١٪ أو أكثر ربما أدى إلى إعطاء طعم يميل للحلاوة. وهو يذوب جداً في الماء ويكاد لايذوب في الكحول.

ويستخدم في إعطاء نكهة اللحم للأغذية ولتعزيز النكهات الأخرى للأغذية ولتحسين طعم الطباق. ويغطى به اليابانيون الملح لتعزيز النكهة ومنع الكعكعة caking. (McGee)

وفي الولايات المتحدة معظم إستخدامه في الشوربات المعلبة والمجففة.

(McGraw-Hill Enc.)

أما كيفية عمله فغير مفهومة تماماً. (McGee)

وقد وجد أن جلوتامات أحادى الصوديوم هي المسئولة – عند وجودها في تركيز عال – عن ماسمى بظاهرة تناذر المطعم الصيني Chinese restaurant syndrome حيث يشعر المريض بإحتراق في أسفل القدم وإحساس بضغط خلف الجبهة والعينين وفي الصدر وهذه الأعراض تزول

فى حوالى ساعة بعد تناول الشوربة الغنية بهذا الملح.

وقد وافقت هيئة الأغذية والأدوية الأمريكية Food & Drug Administration على إستخدامها كمادة مضافة additive. ولكن لايجب إستخدامها مع الأشخاص الذين يتناولون غذاء حمية منخفض الصوديوم كما أنه لايسمح بإستخدامها فى أغذية الأطفال أقل من ١٢ أسبوعاً فى العمر.

(McGraw-Hill Enc.)

جلوتامين glutamine

(Stryer)

يُخَلَقْ الجلوتامات كمايلى:

ن يد٤⁺ + الفا α كيتوجلوتارات + نك أ.ثنا.نو.فو.يد NADPH + يد⁺ ⇌ (ديهدروجيناز الجلوتامات / نك أ.ثنا.نو. NAD)

ل-جلوتامات + نك أ.ثنا.نو.فو⁺ + يد٢ أ

أما الجلوتامين فيتكون كالآتى:

أأك⁻ | يد-ك ن يد٣⁺ | يد٢-ك | يد٢-ك | أأك⁻ (جلوتامات) + ن يد٤⁺ + أ.ثنا.ف ← (سينثاز الجلوتامين)

أأك⁻ | يد-ك-ن يد٣⁺ | يد-ك | يد-ك | ك=أ | يد٢ ن (جلوتامين) + أ.ثنا.نو + ف + يد⁺

ويلعب الجلوتامين أدواراً فى أيض النتروجين ، فمثلاً

الفاكيتوجلوتارات + جلوتامين + نك أ.ثنا.نو.فو.يد + يد ← ٢ جلوتامات + نك أ.ثنا.نو.فو⁺

وكذلك فإن جلطة الفيبرين المتكونة (أنظر جلطة) تثبت بتكوين روابط تساهمية متشابكة covalent cross links بين السلاسل الجانبية فى جزيئاتها فتتكون روابط ببتيدية بين سلاسل جانبية معينة للجلوتامين والليسين.

ويتأكسد الجلوتامين إلى جلوتامات ثم يدخل دورة حمض الستريك عن طريق الألفاكيتوجلوتارات.

والجلوتامين له وزن جزيئى قدره ١٤٦,١٥ وهو عبارة عن أبر معتمة دقيقة ويذوب فى الماء ويكاد لايذوب فى الكحول الميثيلى أو الإيثيلى أو الايثير أو البنزين أو الأسيتون أو خلات الإيثايل أو الكلوروفورم. (Merck)

والجلوتامين يوجد فى البرولامينات prolamines بنسبة مرتفعة (٤٠٪). (McGraw-Hill Enc.)

جلوتيلين glutelin

(McGraw-Hill Enc.)

هو إسم عام لقسم من البروتينات لاتذوب فى الماء أو الكحول أو المحاليل الملحية المتعادلة ولكن تذوب بسهولة فى الأحماض والقلويات المخففة. ومن أمثلتها الجلوتينين من القمح والأورايزينين oryzenin من الأرز.

جلوتين gluten

(Ensminger)

الجلوتين بروتين نباتى يوجد أساساً فى القمح كما يوجد بنسبة أقل جداً فى الشيلم rye وأقل من ذلك فى الشوفان oats والشعير barley.

والجلوتين يتكون من بروتينين: الجليادين gliadin والجلوتينين glutenin وهذان البروتينان عند خلطهما معاً فى وجود سائل – الماء – يكونان الجلوتين الذى يعطى العجين لدانته plasticity ومرونته elasticity. (McGee)

تركيب الجلوتين (Lookhart)

أمكن بإستخدام الإستشراء الكهربى تقسيم الجليادين إلى أربعة تحت أجزاء subfractions: ألفا α، بيتا β، جاما γ، أوميجا ω gliadins ثم بتحسن طرق الإستشراء الكهربى قسمت الألفا α جليادين إلى جزئين والبيتا β جليادين إلى أربعة أجزاء ثم تعرف البعض على ثلاثة أجزاء فى الجاما γ جليادين وثمانية مكونات فى الأوميجا ω جليادين. بل أمكن التعرف على أصناف cultivar القمح بإستخدام الإستشراد الكهربى للجليادين. كذلك إستخدمت الهجرة الكهربية أو الإستشراد الكهربى للجلوتينين فى معرفة قيمة خَبْز الخُبْز bread-baking quality ومقداره فى المستخلص للتعرف على الأصناف varietal identification.

والجدول (١) يعطى النسبة المئوية للأحماض الأمينية الموجودة فى الجلوتين والجليادين والجلوتينين بالنسبة للأحماض الأمينية الكلية لبروتينات القمح.

جدول ( ): الأحماض الأمينية فى جلوتين القمح
(٪ الأحماض الأمينية الكلية فى بروتينات القمح)

الحمض الأمينى	الجلوتين	الجليادين	الجلوتينين
ايزوليوسين	٣,٧	٤,١	٣,٢
تربتوفان	١,١	٠,٩	١,٥
تيروسين	٣,٢	٢,٥	٤,١
ثريونين	٢,١	١,٨	٢,٦
سستئين	١,٤	١,٠	١,٠
فالين	٤,٤	٤,١	٤,١
فينيل ألانين	٤,٦	٥,٤	٤,٠
لوسين	٦,٥	٦,٨	٦,٥
ليسين	١,١	٠,٦	١,٧
ميثيونين	١,٥	١,٥	١,٦
أحماض أمينية ضرورية	٢٩,٦	٢٨,٧	٣٠,٣
أرجنين	٣,١	٢,٣	٣,١
أسبارتيك	٢,٥	٢,٢	٢,٦
ألانين	٢,١	١,٧	٢,٤
برولين	١٣,٠	١٣,٩	١١,١
جلوتاميك	٣٦,٧	٣٩,٦	٣٥,٩
جليسين	٢,٦	١,٤	٤,٥
سيرين	٣,٤	٣,٢	٤,٤
هستيدين	٢,٠	٢,٠	١,٨
ن يدر	٥,٠	٥,٠	٤,١

عمل الجلوتين (Ensminger & McGee)
فى الخُبْز: لأن الجلوتين يتكون من الجليادين والجلوتينين فإنه عند طحن القمح وخلط الناتج بالماء يتكون المركب المعقد الجلوتين ذو التركيب شبه الصلب والذى يتميز باللدانة والمرونة فهو يتمدد تحت الضغط ولكنه يقاوم هذا الضغط فهو يتمدد ليحتوى الغازات الناتجة من عمل الخميرة أو أى مصدر آخر يحتويها دون التمدد لحد الإنفجار. وعند الخلط – فى وجود الماء – تتفتح بروتينات الجلوتين unfold وتبتدىء فى تكوين مركب بروتين–ماء. وفى طور العجن kneading فإن تهوية العجين تتحسن كما يتطور الجلوتين وتتحسن شبكته network. وتكرار المد والضغط stretching & compressing يفتح unfold من البروتينات بدرجة أكبر ويشجع تكون تشابك cross linking بين الجزيئات الممتدة extended ويعمد الأكسجين فى الجيوب الهوائية المتكونة إلى أكسدة مجموعات كب يد (thiol SH). وبذا يحسن من مرونة العجين بينما تتحسن اللدانة بتكون صفحات sheets من الجلوتين والدهن ويستمر العجن حتى يصبح العجين أكثر تماسكاً stiffer وإذا إستمر لمدة طويلة حتى تتكسر روابط التشابك من البيكبريتيد disulfide بصورة دائمة فإن العجين يتكسر ويصبح لزقا sticky وغير مرن inelastic. والجلوتين يمتص كميات من الماء بدون أن يذوب حقيقة فيه حيث أن روابط كب–كب القوية بين الجزيئات تمسكها مع بعضها البعض.

ويمكن معرفة نهاية طور ا... ...ر بحجم العجين الذى يبلغ تقريباً ضعفه وبحالة شبكة matrix الجلوتين فعند غرز الأصبع فى العجين كامل التخمر فإنه يحتفظ بهذا الشكل ولايعود لأصله إذ أن الجلوتين قد إمتد لآخر حدود إمتداده وهنا يلكم العجين لإزالة الضغط من على الجلوتين ولإخراج ثانى أكسيد الكربون الزائد ولتقسيم الجيوب الغازية ولاعادة توزيع الخميرة وغذائها ولمساواة درجة الحرارة الناتجة عن التخمر – وكذلك الرطوبة.

وفى الخبز baking فإن درجة الحرارة تتحدد لمعادلة عمليتين: تمدد الخلايا الغازية من ناحية وتجمع coagulation الجلوتين وتجلتن النشا من ناحية أخرى فإذا كانت درجة حرارة الفرن منخفضة جداً فإن العجين يتمدد إلى أقصاه قبل عقد كل من الجلوتين والنشا بفترة طويلة وينهار الرغيف إلى كتلة مسطحة كثيفة. أما إذا كان الفرن ساخناً جداً فإن البروتين والنشا فى الطبقات الخارجية ينعقدان بسرعة ويتصلبان ويكونان قشرة crust ويمنعان الرغيف ككل من التمدد.

الجلوتين والدهن

يعتقد البعض أن الليبيدات تستطيع أن تعمل مع كل من جزيئات الجليادين والجلوتينين وتساعد فى ربطهما لتكوين الجلوتين وفى العمل على الإرتباط على سطح حبيبات النشا فالمعتقد أن بروتينات الجلوتين تكون صفحات sheets رفيعة وكبيرة تفصلها مياه وطبقة رفيعة جداً (بمقدار جزيئين) من الدهن. وهذه الطبقات تسمح بالإنزلاق slippage إلى درجة كبيرة ومع مجموعات الثيول (يدكب) فإنها تساهم بدرجة كبيرة فى لدانة العجين. وفى حالة عجين الفطائر حيث تضاف كميات مناسبة كبيرة من الزبد أو دهن الخنزير lard فإنه بعد تكرار الفرد والطى rolling & folding فإن العجين يصبح كتلة من طبقات متبادلة من الجلوتين والدهن وعند الخبز فإنها تصبح رصة stack من رقائق منفصلة بدلاً من شبكة matrix مندمجة مثل الخبز. والدهون الصلبة تصلح أكثر فى الفطائر عن الزيوت السائلة والتى تتسرب seepout خلال الدقيق. وتبرد المكونات والأدوات قبل عمل عجين الفطائر حتى يصبح إنصهار الدهن أقل مايمكن مع فقد الرقائقية flakiness والنعومة.

وفى عجين الكيك cake batters حيث لايكون الجلوتين الوسط المستمر continuous phase فإن دهون التنعيم shortening تعطى الطراوة tenderize بفصل حبيبات النشا عن البروتين المتجمع coagulated والدهن المضاف يجعل الكيكة أكثر خضالة moister ونعومة فى الفم.

الجلوتين والسكر

يؤثر السكر على تطور الجلوتين development (تكون) حيث أنه مسترطب hygroscopic فإنه ينافس البروتين فى الحصول على الماء ولذا فإن العجائن التى تحتوى على نسب عالية من السكر تأخذ وقتاً أطول للتكون والتطور.

الجلوتين والملح

عندما يكون الملح روابطا أيونية مع السلاسل الجانبية لبروتينات الدقيق فإنه يعمل على أن يجعلها أقل تحركاً وبذا يصبح الجلوتين أقل قابلية للتمدد وأكثر جشابة more tough مع إنتاج رغيف أكثر كثافة denser. ولكن بتثبيط الإنزيمات الهاضمة للبروتينات فإن الملح يمنع أضعاف البروتين الجلوتين إلى كتلة لزجة تحتفظ بكمية قليلة جداً من ك أ.

الجلوتين والعجائن pasta

إن شبكة matrix الجلوتين الناتجة من السيمولينا تكون قوية جدا ويمكنها أن تتحمل بثق المكنة فى عمل الأسباجتى وأشكال الباستا (العجائن) الأخرى.

الجلوتين والبسكويتات cookies

عادة البسكويتات تكون بها نسبة أعلا من السكر والدهن ونسبة منخفضة من الماء. وعلى ذلك فإن الماء المتاح لكل من حبيبات النشا والجلوتين فى عجينة البسكويت cookie يكون محدودا جدا لأن السكر المسترطب يأخذ جزءا كبيرا من الماء المحدودة كميته فتطور الجلوتين يكون محدودا بسبب هذا ولأن الخلط يتجنب التناول القوى للعجين vigorous manipulation.

الجلوتين والصلصات sauces

فى تحضير الصلصات إذا أستخدم دقيق القمح كمثخن فإن الصل sol المتكون يكون معتما opaque لأن الجلوتين لايذوب وهى عند خلطها بالماء تكون كتلا clumps لاتتكسر عند الطبخ وعند مرور الضوء ينتشر scatter بتأثير كتل الجلوتين bloblets معطيا مظهرا لبنيا غير نفاذ.

حساسية الجلوتين (Ensminger)

يعانى بعض الأفراد من حساسية allergy للجلوتين بل إن هناك مرضا وراثيا ينتج عن عدم تحمل intolerance للجلوتين يسمى مرض جوفى أو إسهال البلاد الحارة Celiac) Celiac disease sprue) وهؤلاء الأشخاص يتكون عندهم آفة/أذى/ضرر lesions فى الأمعاء الصغيرة وبعد ذلك يصابون بإسهال وعدم إمتصاص جيد وهذا يظهر عادة فى السنين الثلاث الأولى من عمر الطفل ولكن المرض قد يصيب البالغين أيضا. ويتحسن المرض عند تجنب الجلوتين تماما. وعلى ذلك فتحضر لهم أغذية من دقيق الذرة أو الأرز والخضروات النشوية كالبطاطس أو من البقول كفول الصويا. ويستخدم بياض البيض والصموغ النباتية مكان الجلوتين فى تقوية العجائن.

دقيق جلوتين gluten flour

يحضر دقيق الجلوتين بغسل معظم النشا من دقيق القمح العادى فينتج دقيق الجلوتين ذو نسبة البروتين العالية ويكون مرنا جدا elastic ويستخدم فى تحضير أصناف خبز منخفضة الكربوايدرات عالية البروتين وكذلك كخلطات مع دقيق مواد أخرى منخفضة المحتوى من الجلوتين كالأرز والشعير والذرة وهذا الدقيق م[illegible]ض المحتوى من المعادن والفيتامينات.

جلوتين القمح wheat gluten

يستخدم جلوتين القمح فى تحضير جلوتامات أحادى الصوديوم ويضاف إلى الدقيق الأبيض لإنتاج خبز عالى الجلوتين.

جلوتينين glutenin

أنظر: جلوتين

الجلوكوسينولاتات glucosinolates

إهتم الإنسان بالجلوكوسينولاتات لأسباب طبية ولأسباب النكهة اللاذعة والمذاق القارض biting. وكثير من النباتات المحتوية على الجلوكوسينولاتات يستهلكها الإنسان إما طازجة أو مطبوخة أو معاملة بمافيها الخضر من جنس *Brassica* مثل الكرنب والقنبيط وقنبيط الشتاء /بروكولى وكرنب بروكسل Brussel's sprouts واللفت واللفت السويدى/الأصفر rutabaga وغيرها تساهم فى علف الحيوان مثل السلجم الحقلى rape والكرنب اللارؤيسى kale واللفت السويدى Swede واللفت turnip وهى يقيمها الإنسان عندما تستهلك بكميات صغيرة ولكنها دهن ومنتجات تكسيرها تنقص من الإستساغة والقيمة التغذوية للمنتجات الحيوانية عندما تستهلك بكميات كبيرة بواسطة الحيوانات كجزء من غذائها ولذا لزم دراسة هذه المركبات.

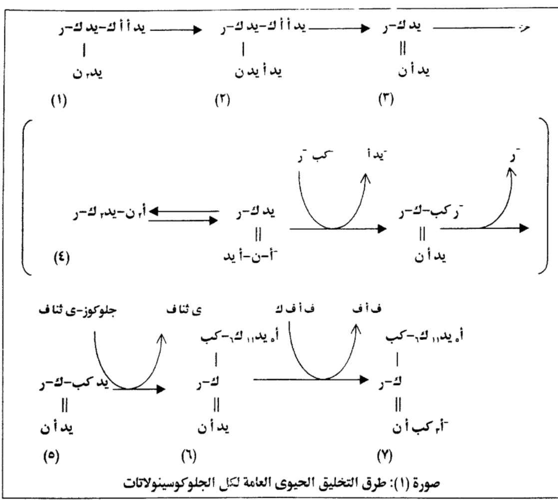
الوجود occurrence

الجلوكوسينولاتات تقسم إلى مركبات تحتوى على كبريت مع تركيب عام من مجموعة ثيوسيانات مع كربوايدرات β-جلوكوز متصلة بذرة الكبريت وأيون كبريتات متصل بذرة نتروجين ومجموعات مختلفة متصلة بذرة كربون كل منها تعطى الجلوكوسينولاتات المختلفة شخصيتها (الصورة ١، ٢) ويوجد ٩٠ من هذه المركبات فى النباتات ذات الفلقتين وهى غير منتشرة جداً رغم أنها وجدت فى نباتات عائلة Capparaceae الكبريات، الصليبية Cruciferae، البانيات Moringaceae، بُلَيْحاويات Resedaceae وغيرها. وأغلب النباتات التى تحتوى الجليكوسينولاتات تقع فى العائلة الصليبية Cruciferae وخاصة الجنس *Brassica* فبذرة الخردل تأتى من *B. herta* Moench، *B. juncea* (L.) Czern، *B. nigra* (L.) Kock ومحاصيل الخضروات تأتى من *B. oleracea* L.، *B. campestris* L.، *B. napus* L. والسلجم الحقلى rapeseed canola يأتى من *B. campestris*، *B. napus*. ويستخدم الجريش بعد إستخلاص الزيت فى علف الحيوان أو سماداً. والكرنب اللارؤيسى kale من أنواع *B. oleracea* يستخدم كعلف أخضر ويعمل سيلاج.

وبالرغم من كثرة عدد الجلوكوسينولاتات التى عرفت فمعظم الأنواع تحتوى عدداً قليلاً فقط وعادة يسود واحد أو إثنان. وتقع اختلافات كثيرة فى نسبة وجودها بين النباتات المختلفة بل بين الأجزاء المختلفة للنبات الواحد وفى نفس الجزء من النبات فإن الجلوكوسينولاتات تختلف فى أطوار النمو عادة تكون أعلاها فى فترة النمو النشط.

التخليق synthesis

أثبتت الدراسات التى أستخدمت النظائر المشعة مع عزل المركبات المتوسطة وأحياناً التنقية وتحديد الأنزيمات المشتركة وجد أن كل الجلوكوسينولاتات تأتى من أحماض أمينية (الصورة ١، 1) وأن معظمها إن لم يكن كلها تخلق عن طريق واحد عام (الصورة ١).



صورة (١): طرق التخليق الحيوى العامة لكل الجلوكوسينولاتات

وأثبتت دراسات النظائر المشعة أن ذرة كربون الكربوكسيل فى الحمض الأمينى تفقد وأن كل المركبات المتوسطة تحتوى نتروجينا. كذلك فقد وجد أن حمض أكسىأمينو المؤدركسل (٢) N-hydroxylated oxyamino acid هو أول مركب متوسط يأتى من الحمض الأمينى. وأن هذا يتحول إلى الدوكسايم (٣) aldoxime. ومن أهم خطوات التخليق الحيوى من الالدوكسايم إلى جلوكوسينولات هو إدخال ذرة الكبريت وأول مركب متوسط كبريتى حدد وعزل هو حمض الثيويدروكسيميك thiohydroximic acid والروشمة المزدوجة بنظائر مشعة للكربون والكبريت أثبتت أن كلا من ذرتى الكربون والكبريت فى حمض الثيوايدروكسيميك (٥) تدخلان فى الجلوكوسينولات.

وهناك نقط هامة فى التخليق الحيوى للجلوكوسينولاتات يجب إيضاحها. فما هو المعطى للكبريت المختزل والمستقبل للكبريت المشتق من الأوكسايم والذى يؤدى إلى تكوين حمض الثيوايدروكسيميك. وقد جربت عدة مركبات عضوية وغير عضوية وكان السستئين cysteine هو أهمها تأثيرا كمصدر للكبريت واقترح أن أول مركب نيترو يعمل كمستقبل للكبريت.

والخطوتان الأخيرتان المؤديتان إلى تكوين الجلوكوسينولات أكثر تأكيداً فالإنزيم الذى يحفز نقل الجلوكوز إلى حمض ثيو ايدروكسيميك من مشتق اليوريدين ثنائى الفوسفات (ى ثنا ف UDP) uridine diphosphate للجلوكوز ليكون دىسلفوجلوكوسينولات (٦) قد عزل. ونقل الكبريتات المساعد بالإنزيم إلى دىسلفوجلوكوسينولات desulphoglycosinolate من ٣/-فوسفو ادينوسين ٥/-فوسفاتوكبريتات (ف أ ن ك PAPS) 3'-phosphoadenosine 5'-phosphatosulphate ليكمل التخليق لجلوكوسينولات (٧) قد تم بيانه.

وعدد من التحويرات مثل الأدركسلة والميثوكسيلة methoxylation والسلفونية sulphonation تحدث عند بدء أو أثناء أو فى نهاية الطريق العام لتخليق الجلوكوسينولات وأحدها فى بداية الطريق هو إطالة الأحماض الأمينية والتى تعطى السلاسل المتشاكلة homologous series.

التكسر degradation

توجد الجلوكوسينولات فى النباتات ولكنها ليست على إتصال بالإنزيم المحلمئ الميروسيناز myrosinase (ثيوجلوكوسايدجلوكوايدرولاز ل.د ١٠٣٠٢٠٣ thioglucoside EC 3.2.3.1 glucohydrolase) وعندما يسحق النسيج النباتى فى وجود كميات كافية من الرطوبة فإن الميروسيناز يحلمئ بسرعة الجلوكوسينولات (الصورة ٢، ٨) لإعطاء جلوكوز واجلوكون (٩) aglucone غير ثابت . والأجلوكون يحدث له إعادة ترتيب من نوع لوسن Lossen لإعطاء كبريتات ومركبات مختلفة تتوقف طبيعتها على عدد من العوامل بمافيها تركيب السلسلة الجانبية للجلوكوسينولاتات وظروف التفاعل مثل جهد ودرجة الحرارة والمدة وعمر وظروف نسيج النبات ووجود عوامل قرائن مثل أيونات المعادن وحمض الأسكوربيك وبروتينات متخصصة.

وكثير من الجلوكوسينولاتات تعطى مشابه الثيوسيانات (١٤) isothiocyanates خاصة تحت ظروف متعادلة أو قلوية. فمثلاً ٣-بيوتينيل جلوكوسينولات (١١) 3-butenyl glucosinolate وهو يوجد رئيسياً فى السلجم الحقلى والـ كَرَنب Hochst. – Crambe abyssinica) crambe Ex R.E. Fries) يعطى ٣ بيوتينيل مشابه الثيوسيانات (١٥) 3-butenylisothiocyanate

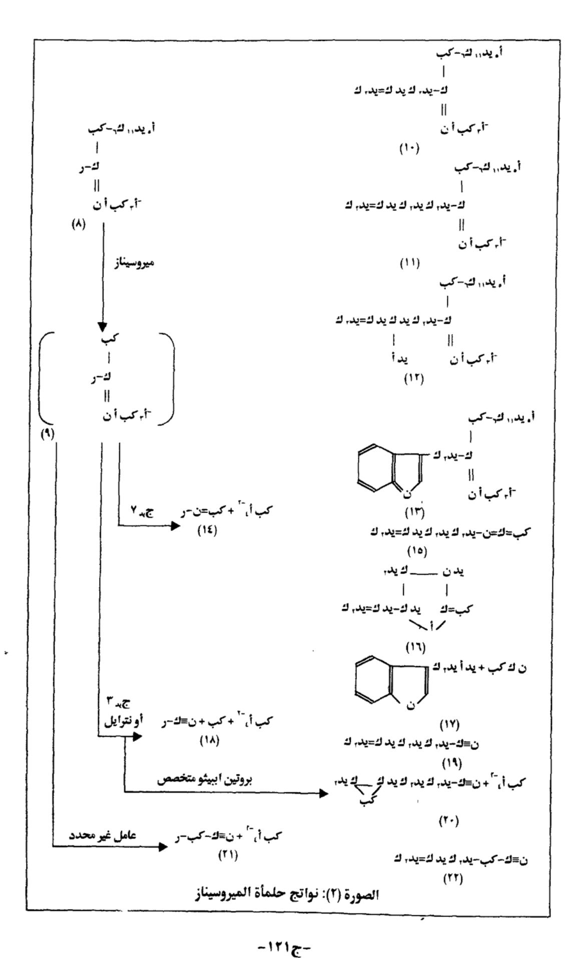
ومع ذلك فالجلوكوسينولاتات التى لها مجموعة β-أيدروكسيل فى سلسلتها الجانبية مثل

٢- ايدروكسى-٣-بيوتينيل جلوكوسينولات (١٢)
2-hydroxy-3-butenyl glucosinolate

فى السلجم الحقلى والـ كَرَنب crambe تعطى مشابه الثيوسياناتات التى تدور cyclize تلقائياً لتكون اكسازوليدين اثيونات oxazolidinethiones مثل ٥-فينيل-أكسازوليدين-٢-ثيون (١٦)
5-vinyloxazolidine-2-thione

وبعض الجلوكوسينولاتات الأروماتية والمتغايرة الحلقة خاصة ٤-ايدروكسى بنزيل جلوكوسينولات
4-hydroxybenzyl glucosinolate

الموجودة فى بذرة الخردل الصفراء والاندول جلوكوسينولاتات مثل ٣-اندولايل ميثيل



الصورة (٢): نواتج حلمأة الميروسيناز

جلوكوسينــــــــولات (١٣) 3-indolyl methyl glucosinolate الموجـودة بكـثرة فـى خضـر الــ Brassica تعطى مشابه الثيوسيانات وهى غير ثابتة عند ظروف متعادلة وقلوية وتتكسر لتطلق الكحـول المقابل وأيونـات الثيوسيانات غـير العضويـة (١٧). وبجـانب مشـابهات الثيوسيانات تتكـون النـتريلات nitriles (١٨) كنواتـج تحلـل وإنتاجـها نـاتج عـن إطلاق كبريت عنصرى. ونسبة مشابه الثيوسـيانات إلى النيـترايل تختلـف كثيرا ويتوقـف ذلـك علـى ظـروف التحلـل. وعمومـا فـإن الظـروف الحمضيـة الخفيفة تشجع على تكوين النيترايل وأن كان هناك نباتات تكـون مشابه الثيوسيانات بينما غيرها تنتج نيـترايل أساسـا. وفـى السـلجم الحقلــى تحـت ظــــــروف حمضيـــة يعطـــى ٣-بيوتينيـــل جلوكوسينولات(١١) 3-butenyl glucosinolate يعطـى ٣-بيوتينيـل نيـترايل (١٩) 3-butenyl nitrile. وفى بذرة كرنب crambe وجـود عـامل قرين غير معروف بعد ويعتقد أن بروتين وجد أنـه يشجع على تكوين النيـترايل. وعـامل قريـن آخـر عرف فى الـ كرنب crambe ويشار إليه بمتخصص ايبى epispecifier البروتينى مع أيون الحديدوز يستطيع تحويـل الجلوكوسـينولاتات إلى ايبــى ثيونيــــترايلات epithionitriles ٣- بيوتينيـــل جلوكوسينولات(١١) 3-butenyl glucosinolate كمثال يتحول إلـى ١-سيانو-٣،٤-ايبى ثيوبيوتـان (٢٠) epi thiobutane. ومشـابهات السـيانات والنيترايلات يمكـن أن تنتج بطريقـة غـير انزيميـة على درجات حرارة عالية.

وانتاج الثيوسياناتات (٢١) أقل انتشارا ولكـن يوجـد فـى بعض الأنـواع. فـالألايل جلوكوسـيولات (١٠) allyl glucosinolate فــى الحشيشـة المنتنـة stinkweed (*Thlaspi arvensis* L.) يحمـلأ عـادة إلـــى الايـل ثيوسيــــــانات (٢٢) alyl thiocyanate وتكوينه يشتمل على عامل قرين قـد يكـون أيضـا بروتـين حيـث أنـه وجـد أنـه حسـاس للحرارة والمذيبات العضوية القطبية.

المعاملة processing

ظـروف المعاملـة مثـل درجـة الحـرارة ورقــم جـيد وإسـتخدام المضافـات قـد تؤثـر علـى محتــوى الجلوكوسينولاتات فى الأغذية والأعلاف وهى غالبا لوجـود الجلوكوسينولاتات مـع الميروسـيناز ولكـن أيضا قد تكـون مـن تـهدم كيمـاوى. ففـى معاملـة الخـردل الـذى يقصـد بـه أن يكــون تـابلا condiments وفـى تحضـير فجـل الخيـل والــ wasaki يجـب تجنـب التسـخين حيـث يـراد للميروسيناز أن يبقى نشطا لإعطاء الحرافـة والنكهة. بينما فى معاملـة بـذور الزيـت مثل السلجم الحقلى والـ كرنـب crambe تسـتخدم الحـرارة لتثبيـط الميروسيناز وبـذا تمنـع حلمـأة الجلوكوسـينولات. وهذا يقلل من كمية منتجـات الكـبريت المستخلصة فـى الزيـت والتـى ربمـا سـببت حوافـز الهدرجـة المستخدمة فـى عملية التصليب. وهـذا يزيـد مـن الإستساغة وبالتالى القيمـة العلفيـة للجريـش وعلـى الناحيـة الأخـرى الطبـخ والسـلق (أى الحـرارة) لخضروات الـ *Brassica* والمطلوب لتثبيط الكتاليز والبيروكسيداز وبذا يمنع تكـون نكهات غير مرغوبة

فى حفظ منتجات الخضروات. فالمركبات التى قد تكون قد نتجت من حلمأة الميروسيناز وساهمت فى النكهة لاتتكون والنكهات المتطايرة والموجودة قد تتطاير أو تشجع على حدوث تفاعلات ثانوية. والجلوكوسينولاتات الكاملة ومنتجات الحلمأة قد تشجع على النض إلى سائل التسخين.

ورقم جيد المنخفض وكذلك الكرنب المخلل وسلطة الكرنب coleslaw يؤثر على طبيعة منتجات الحلمأة ومشاكل الحرافة hotness والمرارة bitterness قد تكون متصلة بتكسير الجلوكوسينولات. والمضافات تؤثر على نكهة التغذية فتقلل من حذا bite المنتجات مثل فجل الخيل والخردل بالتفاعل مع منتجات حلمأة الميروسيناز.

الأهمية importance

الجلوكوسينولات مهمة لأن نواتج حلمأة الميروسيناز لها تأثيرات مرغوبة وغير مرغوبة فى الأغذية والأعلاف فهى قد تقلل من إستساغة الغذاء وقد تجعله محدثاً لمرض الغدة الدرقية أو ساماً كما أنها مسئولة عن نكهات خضروات الـ *Brassica* ولها خواص مضادة للفطر والبكتريا وقد تكون مضادة للسرطان. وكثير من الحشائش المحتوية على جلوسينولاتات يمكن أن تعطى لطخاً taints للبن أو اللحم أو تنتج عن طريق تكسر الجلوكوسينولاتات أثناء الطبخ. واللطخة السمكية فى البيض البنى تنتج من عدم مقدرة الفراخ لأيض السينابين sinapine وهو مركب فينولى المعتقد أن قريب من الجلوكوسينولاتات فى بذور العائلة الصليبية والأكسازوليدين ثيونات الناتجة عن تدوير cyclization الجلوكوسينولات المشتقة من مشابهات الثيوسيانات المؤدركسله فى البذور وجد أنها مثبطات قوية لأكسيداز ثالث ميثيل أمين trimethylamine وهو إنزيم هام فى هدم السينابين. وتناول كميات كبيرة من الجلوكوسينولاتات يؤدى إلى مرض نقص نشاط الدرقه خاصة إذا كان الغذاء ناقصاً اليود واللفت واللفت السويدى swede لها علاقة كبيرة بهذا. وتغذية الدواجن جريش السلجم الحقلى أدى إلى إدماء الكبد.

وقد وجد أن عدداً من الجلوكوسينولاتات ومشتقاتها مشابهات الثيوسياناتات لها خواص طفرية mutagenic properties كما أنها لاتثبط تخليق البيروتينات وتؤثر على أيض السكر وترفع مستويات البلازما وبلازما الكبد وتقلل من زمن تجلط الدم وتخفض من فيتامين أ فى السيرم ومن فيتامين أ ، الـ β-كاروتين فى الكبد. ومشابهات الثيوسياناتات لها خواص مضادة للفطر والبكتيريا وأكثرها تأثيراً التى تحتوى على نواة أروماتية. ووجود مشتقات الجلوكوسينولات فى منتجات الأغذية يعزز من قيمتها الحفظية خاصة فى الجو الدافىء.

كما أن منتجات حلمأة الجلوكوسينولات تثبط السرطان فمثلاً مشابهات الثيوسيانات المشتقة من الجلوكوسينولات ثبطت أورام الثدييات والرئة والقناه الهضمية. والتأثير النافع يعتقد أنه نتيجة تنشيط الإنزيمات التى تهدم المركبات السامة الخارجية. والدراسات على حيوانات المعمل أظهرت أن التغذية على خضروات *Brassica* تزيد

من نشاط على هذه الأنزيمات وحيث يستهلك خضروات الـ *Brassica* كثيرا يقل وجود سرطان الأمعاء. (Macrae)

جلوكاجون glucagon

(Becker)

الجلوكاجون هرمون عبارة عن عديد ببتيد يحتوى ٢٩حمضا أمينيا تفرزه خلايا ألفا α فى جزر لانجرهانز فى البنكرياس. ويفرز إستجابة لإنخفاض نسبة السكر فى الدم hypoglycemia أو إعطاء أحماض أمينية أو غذاء بروتينى وهو يعاكس فعل الأنسولين بصفة عامة بتنشيط خلايا الكبد لإفراز جلوكوز من الجليكوجين المخزن بها. وربما كان للجلوكاجون علاقة بتنظيم أيض البروتين والدهن وافراز العصير المعوى (الحامضى) وتحرك القناة الهضمية gut motility وإفراز الأليكتروليتات كالصوديوم والبوتاسيوم والكلوريد بواسطة الكلى، وله علاقة بإنقباض عضلات القلب وبإفراز الأنسولين من البنكرياس. (McGraw-Hill Enc.)

ويبلغ الوزن الجزيئى للجلوكاجون ٣٤٨٥ وقد تم تخليقه كيماويا. وهو يذوب بقلة فى الماء بين جيد ٤، ٨ ويذوب فى الوسط القلوى والحامضى. ويستخدم فى علاج مرضى السكر. (Merck)

His-Ser-Gln-Gly-Thr-Phe-Thr-Ser-Asp-Tyr
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Ser
11
Ala- Arg- Arg-Ser-Asp-Leu-Tyr-Lys
19 18 17 16 15 14 13 12
Gln
20
Asp-Phe-Val-Gln-Trp- Leu-Met-Asn-Thr
21 22 23 24 25 26 27 28 29

جلوكوز glucose

(McGraw-Hill Enc. & Merck))

الجلوكوز سكر وحيد monosaccharide يعرف بعدة أسماء منها د-جلوكوز D-glucose ، د-جلوكوبيرانوز D-glucopyranose ، سكر العنب grape sugar ، سكر الذرة corn sugar وسريولوز cereolose ، سكر الدم.

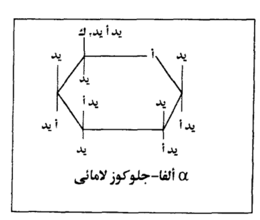
ويوجد الجلوكوز حرا أو مرتبطا وهو ربما كان أكثر المركبات العضوية المنتشرة فى الطبيعة ولكنه بالأكيد أكثر السكريات sugars إنتشارا. ففى الحالة الحرة يوجد فى معظم النباتات العالية ويوجد فى تركيزات مرموقة مع د-فركتوز D-fructose فى العنب والتين والفواكه الحلوة الأخرى وفى العسل الأبيض honey ويوجد فى تركيزات أقل فى سوائل جسم الحيوان ففى الدم ٠,٠٨-٠,١٪ وفى الليمف lymph.

والسليلوز والنشا والجليكوجين تتكون من وحدات من الجلوكوز وهو يدخل فى تركيب السكروز وغيره من بضع السكريات oligosaccharides وفى كثير من الجليكوسيدات.

الكيمياء: يوجد الجلوكوز فى شكلين ألفا α ، بيتا β وهو يتبلر من المحلول المائى على درجات حرارة أقل من ٥٠°م كـ ألفا-د-جلوكوز وحيد التميؤ -α D-glucose monohydrate ينصهر على ٨٠°م. أما على درجات حرارة أعلا من ٥٠°م وأقل من ١١٥°م فإن الشكل الثابت هو الـ ألفا-جلوكوز اللامائى anhydrous والذى ينصهر عند ١٤٦°م و $[\alpha]_D$+113° ويتحول ضوئيا تلقائيا mutorotating

إلى + ٥٢,٥° وعند درجة حرارة أعلا من ١١٥°م وأقل من نقطة إنصهاره فإن المشابه البيتا β β-ananer وله نقطة إنصهار ١٤٨-١٥٠°م، $[\alpha]_D$+19 ويتحول ضونياً تلقائياً mutorotating إلى + ٥٢,٥° هو الشكل الثابت.

والجلوكوز العادى هو أساساً الألفا α



α ألفا-جلوكوز لامائى

ووزنه الجزيئى ١٨٠,١٦ ودرجة حلاوته ٧٤٪ من درجة حلاوة السكروز. وجرام واحد منه يذوب فى حوالى ١مل ماء أو ٦٠مل كحول تقريباً. ورقم ج يد للمحلول المائى الجزيئى molar هو ٥,٩ والكثافة النوعية للمحاليل المائية (وزن/حجم w/v) ٥٪ = ١,٠١٩ ، ١٠٪ : ١,٠٣٨ ، ٢٠٪ : ١,٠٧٦ ، ٣٠٪ : ١,١١٣ ، ٤٠٪ : ١,١٤٩. ومعامل الإنكسار لمحلول ١٠٪ هو ١,٣٤٧٩. (Merck)

التفاعلات: يعطى الجلوكوز التفاعلات العامة للسكريات الألدهيدية aldoses فالأكسدة مع البرومين تعطى د-حمض الجلوكونيك ك يد٢ أ يد (ك يد أ يد)٤-ك أ أ يد والأكسدة مع حمض النتريك تعطى د-حمض سكاريك ك أ أ يد (ك يد أ يد)٤-ك أ أ يد وبالإختزال مع ملغم الصوديوم sodium amalgam أو البوروايدريد borohydride فإن د-جلوكوز يعطى الكحول سداسى الأيدريك hexahydric acid السوربيتول sorbitol د-جلوسيتول D-glucitol ك يد٢ أ يد (ك يد أ يد)٤ ك يد٢ أ يد.

وبتأثير القلويات الخفيفة يحدث به تغيرات وهدم معطياً أحماضاً أيدروكسيلية كحمض اللاكتيك. (McGraw-Hill Enc.)

الأيض: د-جلوكوز هو الأيضة metabolite الرئيسية فى تغذية الحيوان حيث تستعمله الأنسجة ويمتص من القناة الهضمية بكميات أكثر من احدى سكر وحيد آخر. وهو يمكنة أن يسد ٥٠٪ على الأقل من مجمل إحتياجات الطاقة فى الإنسان والحيوانات المختلفة. وهو يدخل مجرى الدم بالإمتصاص من الأمعاء الصغيرة ويحمله الوريد البابى portal vein إلى الكبد حيث يخزن جزء كجليكوجين والباقى يدخل الدورة مرة أخرى. ويخزن الجليكوجين أيضاً فى الأنسجة.

وتقوم الخميرة بتخمير الجلوكوز وينتج كحول إيثيلى وثانى أكسيد كربون. كما تستخدمه كثير من البكتريا وينتج كثير من المركبات مثل الأيدروجين وأحماض الخليك والبيوتريك وكحول البيوتايل والأسيتون وغير ذلك.

أنظر: كربو أيدرات وأبيض الكربوأيدرات

بعض إستخدامات الجلوكوز: يستخدم الجلوكوز فى كثير من المنتجات مثل صناعة الحلوى وفى الجيلى/هلام وفى تصنيع العِلك والخطمى

marsh mallow والمنتجـــات المضغوطـــة pressed products والمقـــولبـــة panned والشيكولاتة وكمغطى coating مع مركبات أخرى. وكمعطى لحجم bulking agent فى المحليات ذات القوة العالية على التحلية high intensity وكمغطى للفواكه المجففة مثل الزبيب والبلح والمشـمش والكمـثرى وكرابـط binder فـى حلوى/قند الأقراص tablets وكحامل للنكهات السائلة والزيوت (الطيارة).

أنظر: شراب الذرة، الدكستروز، شراب ذرة عالى الفركتوز.

أكسيداز الجلوكوز glucose oxidase

(Merck & Hui)

رقم هذه الأنزيم هو ل.أ ٤٠٣٠١٠١ EC 1.1.3.4

هـو بيتا β د-جلوكوبيرانوز ايروديهيدروجيناز β-D-glucopyranose aerodehydrogenase وهـو إنزيم يحصل عليه من الغزل الفطرى mycelia للفطر fungi مثل الـ *Aspergilli*، الـ *Penicillia* حيث يؤكسد الجلوكوز هوائياً إلى حمض جلونيك ويختزل الأكسجين الجزيئى إلى فوق أكسيد الأيدروجين. وهـو فلافـو بروتين flavoprotein والمجموعة البروستيتية هى فلافين أدينين ثنائى النيوكليوتيد (ف.أ.ثنا.نو. FAD) flavine-adenine-dinucleotide.

والمستحضرات التجارية تحتوى على نسب من أنزيم الكتاليز catalase وهذا قد يكون مرغوباً فيه فى بعض الإستخدامات فإنه يزيل فوق أكسيد الأيدروجين الذى ينتجه أكسيداز الجلوكوز هوائياً.

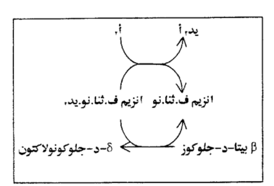
وهو عبارة من مسحوق متبلر أو غير متبلر أقصى إمتصاص له عند ٢٧٠-٢٨٠، ٣٧٥-٣٨٠ ، ٤٥٠-٤٦٠ نانومتر nm فى محلول مائى، وأقصى نشاط له عند رقم جيد ٥,٥ - ٦,٠ وهو ثابت لكل من أنزيمى البيسين والتربسين وثابت بين رقمى جيد ٤,٥-٧,٠.

ووحدة إنزيم أكسيداز الجلوكوز هى كمية الأنزيم التى تسبب أخذ ١٠ مم³ أكسجين فى الدقيقة فى مانومتر فاربورج على ٣٠°م فى وجود زيادة من الهواء وزيادة من الكتاليز ومادة تفاعل تحتوى ٣,٣ جلوكوز وحيد التميؤ glucose monohydrate ومحلول منظم من ٠,١ جزيئى M فوسفات ورقم جيد له ٥,٩ مع ٠,٤٪ ديهيدروخلات dehydroacetate.

الإستخدامات: أساساً فى حماية الأغذية: مثل إزالة الجلوكوز من البيومين البيض والبيض الكامل قبل التجفيف وإزالة الأكسجين من الأغذية المعلبة والمشروبات غير الكحولية soft drinks والبيرة والأغذية المعدة للتخزين. وكذلك فى تصنيع ورق الكشف عن مرض السكر وإختبارات الأخصاب fertility tests ولتثبيت مستحضرات فيتامين ج وفيتامين ب١٢. ومع إنزيم الكتاليز لمعاملة أغلفة الأغذية لمنع تدهور الأغذية التؤكسدى oxidative deterioration.

ويستخدم الأنزيم فى إنتاج حمض الجلوكونيك وفى التقدير الكمى للجلوكوز فى الأغذية. ويمكن إعتباره مضاد للأكسدة خاصة مع البيض والمايونيز. وهو يعتبر أحد مضافات الأغذية food additives. (Hui)

كيفية عمل الأنزيم: يعمل الأنزيم على الدى أكسى جلوكوز deoxyglucose وعلى المانوز وعلى الجالاكتوز بجانب عمله على الجلوكوز وهو يحول مادة التفاعل إلى اللاكتون المقابل lactone بينما يتحول ف.ثنا.نو إلى ف.ثنا.نو.يد٢ أى يختزل.



ثم يتحلمأ اللاكتون حلمأة غير انزيمية إلى حمض الجلوكونيك ويتأكسد الإنزيم المختزل.

أنزيم تشابه الجلوكوز glucose isomerase
(Hui)
رقم هذا الإنزيم هو ل.أ ٥٠٣٠١٠٥ EC 5.1.3.5 وهو يحفز تحويل الجلوكوز إلى فركتوز لزيادة الحلاوة. وفى الواقع فإن الأنزيم انزيم تشابه الزيلوز xylose isomerase والذى يعمل أيضا على الجلوكوز ويتطلب المغنيسيوم كقرين cofactor والتفاعل عكسى. وعند التوازن equilibrium تكون نسبة الفركتوز إلى الجلوكوز ٥٢ : ٤٨ ولكن عمليا فإن الحصول على نسبة تحول أكثر من ٤٢٪ فركتوز يكون غير إقتصادى عندما يكون الشراب حلوا كالجلوكوز على أساس المواد الصلبة. والناتج هو شراب عالى الفركتوز وقد حل محل إستخدامات كثيرة لشراب السكروز والجلوكوز.

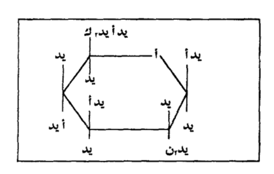
ويحصل على الإنزيم من مصادر عديدة منها أنواع *Bacillus*، *Actinoplanes*، *Streptomyces*.
ويمكن تثبيت الإنزيم بعدة طرق ولكن لأن الانزيم انزيم داخل الخلية intracellular واستخلاصه لايتم بكفاءة فإن عديدا من المستحضرات تستخدم الخلايا الكاملة وهذه عادة تسخن قبل التثبيت immobilization لمنع خروج الإنزيم release (تحريره) بعد إنحلال lysis الخلايا ولتثبيط الإنزيمات الأخرى التى قد تسبب تفاعلات جانبية غير مرغوبة.

أنظر: شراب الذرة، شراب الجلوكوز وشراب ذرة عالى الفركتوز، تثبيت الإنزيمات.

شراب الجلوكوز glucose syrup
هو شراب الذرة – أنظر.

حمض الجلوكورونيك glucoronic acid
أنظر: حمض الجلوكونيك gluconic acid

جلوكوزأمين glucoseamine
(Merck)
هو ٢-أمينو-٢ دى أكسى جلوكوز
2-amino-2 deoxyglucose
وزنه الجزيئى ١٧٩,١٧ والبلورات ألفا α منه تنصهر على ٨٨°م والبيتا β لها شكل إبرى عندما تحضر من الميثانول وتتهدم على ١١٠°م وتذوب بسهولة فى الماء وفى الميثانول الساخن وتكاد لاتذوب فى الميثانول أو الإيثانول الساخن وتقريبا لاتذوب فى الأيثير أو الكلوروفورم.



ويدخـل فـي تركيـب الجليكوبروتينـات glycoproteins ومنها الميوسين في اللعاب وفي بياض البيض. ويوجد في الكيتين كالمشتق الاسيتيلي والذي يكون أساس الصدفة/القشرة الصلبة في القشريات crustaceans shell والحشرات. كما يوجد مع السكريات المتعادلة في كثير من السكريات العديدة البكتيرية الموجودة في أنواع كثيرة من الـ Pneumococci والمشتق الميثيلي منه يوجد في الستربتوميسين streptomycin. وثنائي فوسفات اليوروديـن uridine diphosphate اسيتيل-جلوكوزامين N-acetyl-D-glucosamine يوجد في خميرة البيرة وفي بعض النباتات العالية مثل الماش mung bean. (McGraw-Hill Enc.)

وهو يوجد في الأنسجة الضامة ويستخدم ضد إلتهاب المفاصل antianthritic.

(Ensminger & Merck)

جلوكوسيد glucoside

(Becker)

هو مركب تستبدل فيه مجموعة الأيدروكسيل في الكربون رقم ١ في الجلوكوز الحلقي بمعنى أن مجموعة الألدهيد الممكنة potential تتحـد كـ اسيتال acetal مع أثنين من الأيدروكسيلات الكحولية أحدهما من جزئ الجلوكوز على ذرة الكربون ٤ أو ٥ والأخرى من مجموعة أخرى. والسكريات العديدة من الجلوكوز هي جلوكوسيدات.

وهناك ألفا α وبيتا β جلوكوسيدات تبعا لنوع الجلوكوز.

والجلوكوسيدات هي قسم من الجليكوسيدات glycosides. والجليكوسيد هو مادة تتكون من كحول تستبدل فيه ذرة الأيدروجين في مجموعة الايدروكسيل بمجموعة جليكوسيل glycosyl والجليكوسيل يتكون من السكر بإزالة مجموعة الايدروكسيل التي يمكن أن تكون مشابهات anomeric hydroxyl group.

والجليكوسيدات تتحملا في الماء بواسطة الأنزيمات أو الأحماض أو القلويات الخفيفة معطية السكر والمركبات الأخرى التي تميزها. ومعظمها يذوب في الماء وفي الكحول ٩٥٪ ولاتذوب في الإيثير. ومن أمثلتها السكريات الثنائية disaccharides والسكريات العديدة polysaccharides. وهي توجد في النباتات ومن أمثلتها أيضا الأنثوسيانينات وبيض التانينات والأميجدالين amygdalin (بذور المشمش واللوز المر) والهيسبريدين (في البرتقال غير الناضج) وفي الصابونين. (Van Nostrand's)

الجلوكوسيداز glucosidase

هو أي أنزيم - مثل الأميلاز - يحفز حلمأة الجلوكوسيد glucoside.

(Becker)

بينما الجليكوسيداز glycosidase هو الانزيم الذى يحفز حلمأة الجليكوسيد glycoside.

حمض الجلوكونيك gluconic acid

هو الحمض الذى يتكون بأكسدة الكربون -١- فى الجلوكوز ليكون مجموعة كربوكسيل. بينما حمض الجلوكورونيك glucoronic acid يتكون من أكسدة الكربون -٦- من كحول ك يد٢ أ يد إلى مجموعة كربوكسيل ك أ أ يد ويوجد فى السكريات العديدة. وكثير من المواد تفرز فى البول على هيئة جليكوسيدات لحمض الجلوكورونيك.
(Becker)

أنظر: جلوكونو-δ-لاكتون

gliadin جليادين

أنظر: جلوتين

glycine جليسين

(Merck & Becker)

هو α ألفا أمينو حمض الخليك α-amino acetic acid ومن أسمائه الجليكوكول glycocoll ورمزه ن يد٢ ك يد٢ ك أ أ يد. وهو حمض أمينى غير ضرورى ينتشر فى البروتينات خاصة فى الجيلاتين وفيبروين الحرير silk fibroin ووزنه الجزيئى ٧٥,٠٧ وطعمه حلو ويبتدىء فى التهدم على ٢٣٣°م.

وهو أبسط الأحماض الأمينية ويدخل فى تفاعلات تخليق البيورينات والبورفيرينات porphyrins والكرياتين. ويقترن conjugate مع مواد مختلفة وبذا يسمح بإفرازها فى الصفراء bile أو البول urine.

ويعتبر الجليسين من المحليات وحلاوته ٠,٨ قدر حلاوة السكروز وكل جرام منه يعطى ٤ كالورى ويسمح بإستخدامه فى تعديل مذاق بعض الأغذية.
(Ensminger)

glycoprotein جليكوبروتين

(Becker & Ensminger)

الجليكوبروتينات من البروتينات المشتقة conjugated وتحتوى على متبقى كربوايدراتى واحد أو أكثر residue وقد تبلغ نسبة الكربوايدرات أقل من ٤٪ ومنها البيومين البيض والسيرم وبلازما الأغشية والميوسين.

glycogen جليكوجين

(Becker)

الجليكوجين هو سكر عديد للتخزين يوجد فى كبد وعضلات الثدييات وبعض الكائنات الدقيقة والمائية. وهو يتكون من وحدات من الجلكوز ترتبط معاً بروابط ألفا ١-٤ α-1-4 مع تفرعات أحياناً بروابط ألفا ١-٦ α-1-6. ونظراً لأنه يشبه النشا فقد يسمى النشا الحيوانى.

وفى الإنسان البالغ الطبيعى يبلغ الجليكوجين فى الكبد ١٠٨ جم وفى العضلات جميعا ٢٤٥ جم.
(Ensminger)

ولا يعتبر أن هناك مصادر غذائية للجليكوجين حيث أنه يتحول بسرعة فى لحم وكبد الحيوان المذبوح إلى حمض بيروفيك وحمض لاكتيك . وفقط بعض الأغذية البحرية مثل المحار oysters وبلح البحر

mussels والاسقلوب scallops والبيطلينوس clams والتى تؤكل شبه حية تحتوى على بعض كميات من الجليكوجين.

أنظر: أيض الجلوكوز والكربوايدرات

جليكوسيد glycoside

أنظر: جلوكوسيد

جمبرى

(Van Nostrand's)

Phylum: Arthropoda

Class : Crustacea **طائفة: قشريات**

يوجد أكثر من ٢٠٠٠ نوع species من الجمبرى وتسمية الجمبرى بالإنجليزية shrimp أو prawn محيرة confusing ولكن ربما shrimp الجمبرى هو الصغير فى الحجم ٥-٧سم فى الطول والـ prawn هو الأكبر. (Stohart)

ولسرعة تلف الجمبرى فربما جمد على سطح المراكب أو طبخ فى ماء البحر وعادة يصاد بجر شبك صيد دقيق الفتحات fine-meshed على قاع البحر.

ويوجد الجمبرى فى بيئات كثيرة فى البحار العميقة والمياه الحلوة ولكن معظمها بحرى. والجسم عادة مضغوط عرضيا lateral ويوجد زعنفة عند الذيل tail-fan على البطن الطويلة نسبيا. ولكن بالرغم من ذلك فإن الجمبرى يمضى معظم الوقت على القاع ماشيا على الأزواج الخمسة لأرجل المشى أو يستخدم هذه الأرجل فى الحفر. وقرن الإستشعار antennae الطويلة الأولى يدخل منها الماء إلى الجسم للتنفس. ويعيش الجمبرى ثلاث سنوات تعطى خلالها الأنثى حوالى ٢٠٠٠٠ من الذرية. (Van Nostrand's)

وتدرس طرق تربية الجمبرى والأجناس الهامة هى *Pandalus* sp. و *Penaeus* sp. وعائلات الجمبرى التى يمكن إستخدامها كغذاء هى: Panaeidae و Pandalidae ، Crangonidae و Palaemonidae. والألوان التى يظهر بها الجمبرى مختلفة بن إلى رمادى إلى أبيض أو وردى إلى أصفر أو أحمر أو أزرق.

(Hui & Ensminger)

المعاملة: الجمبرى المعامل يوجد فى قشرته أو مقشرا أو طازجا أو مجمدا طازجا أو بالبقسماط مقشرا أو مزال الأمعاء deveined أو معلبا. وفى طبخة ينصح بالغلى بلطف simmer ولمدة قصيرة. وهو أيضا يخبز أو يجمد أو يستخدم فى الكوكتيل أو السلطة وإستخدامات أخرى كثيرة.

(Stubart)

وهناك طرق مختلفة لتحضير الجمبرى فى مختلف بلاد العالم.

فساد الجمبرى: (Hui)

بعد موت الجمبرى مباشرة تصبح فينولات الأنسجة نشطة مؤكسدة التيروسين إلى مناطق أو بقع سوداء مزرقة عند حروف أقسام الصدفة واللون الغامق ناتج من صبغة الميلانين. وإذا لم تكن درجة الحرارة منخفضة بدرجة كافية فإن البكتريا تنمو وتتحلل ولكن إزالة الرأس يقلل البكتريا بمقدار ٧٥٪. ومن

البكتر: قد يوجد *Acinetobacter* ،*Moraxella*، *Bacillus*، *Micrococcus*، *Pseudomonas*. ومعظمها تنتج أنزيمات محملنة: ٦٥٪ بروتيولوتية، ٣٥٪ محلمنة للدهون lipolytic، ١٨٪ اكسيد ثالث فينيل أمين TMA-O reductase، ٨٢٪ موجبة لأندول indole-positive. ويحتوى الجمبرى عند إنزاله من مراكب الصيد على ٦.٠×١٠° بكتريا/جم بينما الجمبرى فى السوق (الولايات المتحدة) يحتوى على متوسط ٣,٢×١٠٦ بكتريا/جم. وينتج الاندول -غالباً- من التربتوفان عند درجة الحرارة المناسبة والأندول مقاوم للحرارة ويمكن إستخدامه كدليل للفساد قبل المعاملة. كذلك تنتج الأمونيا التى يستدل عليها بالرائحة وتعمل البكتريا وكذلك إنزيمات الأنسجة على إنتاجها ويتوقف ذلك على تكوين البكتريا ودرجة حرارة التخزين.

طرق حفظ الجمبرى:

يحفظ الجمبرى المعلب مع سائل wet pack فى أوعية شفافة transparent أو غير شفافة ويعرف بأنه: اللحم المعامل من جمبرى مقشور خال من الرؤوس وإلى الدرجة التى تسمح بها المعاملات الصناعية الجيدة وهو خال أيضاً من القشور (الصدف) shells والأرجل وقرون الإستشعار مع إستخدام ماء أو محاليل مائية مناسبة. وهو إما أن يكون :

١- يظهر فيه العرق الغامق dark vein.

٢- مزال العرق deveined من الأشداف الخمس الأولى ويحتوى على الأقل ٩٥٪ بالوزن جمبرى محضر.

٣- جمبرى خلاف مزال العرق السابق (٢) ويحتوى على الأقل ٩٥٪ بالوزن جمبرى لايظهر فى الشدفات/الإشداف segments الخمس الأولى أى عرق غامق.

٤- جمبرى كسر يحتوى على أقل من أربعة أشداف segments ولكن يخضع لهذه الأشكال.

ويمكن إستخدام الملح وعصير الليمون والأحماض العضوية ومحليات كربوايدراتية مغذية والتوابل أو زيوتها أو مستخلصاتها والنكهات وبكبريتيت الصوديوم وملح الكالسيوم ثنائى الصوديوم للإيثيلين ثنائى الأمين رباعى الخليك (أ.ثنا.أ.ر.خ E.D.T.A) فى إنتاجه.

أما الجمبرى الخام بالبقسماط raw frozen breaded فيعرف بأنه: يحضر بالتغطية بعجينة batter مأمونة safe ومناسبة مع مواد أخرى للبقسماط breading ويجمد ولاتقل نسبة الجمبرى به عن ٥٠٪ والجمبرى هنا يعنى جزء الذيل tail portion. وفيما عدا الوحدات المركبة composite units فإن [illegible] وحدة تكون مغطاه على حدة. وهناك عدة أشكال لتسويقه إما بوجود الذيل أو بإزالته مع شقه أو عدم الشق وترك الذيل أو إزالته مع التقشير فى هذه الأحـ[illegible]. أو كأجزاء أو خليط من ذلك. ويمكن إستخدام حمض الأسكوربيك لتأخير تكون البقع الغامقة وكذلك مضادات أكسدة لتأخير تزنخ الدهون الموجودة.

أما الجمبرى الخام المعامل خفيفاً بالبقسماط raw lightly breaded فهو يختلف عن السابق فى أنه لايحتوى على أقل من ٦٥٪ جمبرى.

والجمبرى إما أن يجمد فرديا بسرعة (ج.ف.س IQF) مع التزجيج/التقشيع glazing أو بدون تزجيج/تقشيع. أو يجمد لكتلة frozen solid pack مع التقشيع أو بدونه. وأشكاله styles يمكن أن يكون منها:

١- خام raw: بروتيني غير مختر/مجلط uncoagulated.

٢- مسفوع parboiled أو ٣- مطبوخ cooked بحيث يسخن لفترة تسمح بوصول درجة حرارة السطح إلى درجة حرارة تكفى لتجلط البروتين.

٤- مطبوخ cooked: يسخن لفترة بحيث أن المركز الحرارى للجمبرى يصل إلى درجة حرارة تكفى لتجلط البروتين.

وتسويق الجمبرى يمكن أن يكون:

١- مع ترك الرؤوس.

٢- بدون رؤوس.

٣- مقشرا peeled مع ترك الأمعاء.

٤- مقشرا مع إزالة الأمعاء.

٥- أجزاء مع وجود القشرة (الصدفة).

٦- مقشرا بدون إزالة الأمعاء.

مع إرتباطات بين هذه الأشكال جميعا.

الرائحة والنكهة:

يجب أن يكون الجمبرى ذا رائحة ونكهة مشابهة لرائحة ونكهة الجمبرى المصاد حديثا ويسمح برائحة أو نكهة تشبه الأيودوفور iodoform إذا لم تزد عن الحد unless excessive ويقدر ذلك الأشخاص ذوو الخبرة فى الإختبارات الحسية.

العيوب defects

الجفاف dehydration: يقصد بذلك جفاف لحم الجمبرى shrimp flesh والذى يكون ملحوظا بعد إزالة القشرة shell والتزجيج glaze. مع ملاحظة أى تغير يمكن إستبيانه detect عن المظهر البراق العادى الذى يميز الجمبرى المصاد حديثا مع حفظه جيدا بالثلج أو غير ذلك. ويقسم الجفاف إلى:

أ- جفاف بسيط slight يكاد لايلحظ بحيث لايؤثر على الرغبة فيه أو جودة أكله.

ب- جفاف متوسط moderate وهذا جفاف ملحوظ ولكنه لايؤثر بدرجة كبيرة على الرغبة فيه أو جودة أكله.

ج- جفاف شديد severe وهو جفاف ملحوظ يؤثر بدرجة كبيرة (جدية) serious على الرغبة فيه وفى جودة أكله.

التدهور أو التلف deterioration: يتم التدهور أو التلف بملاحظة أى تغير يمكن إستبيانه detectable فى الرائحة الجيدة العادية للجمبرى المصاد حديثا مع حفظه فى ثلج iced أو معامل معاملة مناسبة ويقسم أيضا إلى:

أ- تدهور بسيط slight ومعناه أنه بصفة كلية فإن العينة ينقصها الرائحة المرغوبة العادية المميزة للجمبرى المصاد حديثا والمحفوظ جيدا بدون أن تتاثر الرغبة فيه أو جودة أكله.

ب- تدهور متوسط moderate ومعناه أنه بصفة عامة فإن العينة تكاد لاتحتوى على روائح ملحوظة من روائح مدة تخزين طويلة غير مرغوبة والتى تؤثر بدرجة ظاهرة materially على الرغبة فيه أو جودة أكل هذا الجمبرى.

ج- تدهور شديد severe ومعناه أنه بصفة عامة فإن العينة بها روائح معينة definite من تخزين طويل prolonged أو روائح فساد spoilage والتى تؤثر جدياً على الرغبة فى أو جودة أكل الجمبرى.

الكسور والتلف: والجمبرى الطازج أو المتيع thawed (بعد إزالة التزجيج) يجب فحصه للكسور أو التلف damage مع تجميعها معاً وتحديد نسبتها المئوية بالوزن بالنسبة للوزن الكلى للعينة.

والمكسور يقصد به مابه كسر فى اللحم flesh أكبر من ٣/١ سماكة الجمبرى مقاساً عند منطقة الكسر. أما التالف فيقصد به الجمبرى المسحوق crushed (المضغوط) أو المشوه mutilated بدرجة تؤثر بدرجة ظاهرة materially على المظهر والإستخدام usability.

ومن طرق حفظ الجمبرى التى درست حديثاً:

١- التشعيع بأشعة جاما على الجمبرى المجمد.
(Rashid)

٢- منع إسوداد الجمبرى بالكبرته. ولكن نظراً لما يعترض عليه من تأثير كبرتة الأغذية على من يستهلك هذه الأغذية فإنه قد أقترح إستخدام الغمس فى ٥٠جزء فى المليون من ٤- هكسيل ريزور سينول فى ماء بحر 4-hexyl resocinol لمدة دقيقة واحدة فوجد أنها تكفى لحفظ الجمبرى لمدة ١٢-١٤ يوم. (Anther & Otwell)

كما أقترح إستخدام ١٪ حمض كوجيك kojic acid أيضاً لهذا الفرض. وقد وجد أن هذا الحمض يعمل عن طريق إختزال نحاسيك الأنزيم (الفينولاز) إلى نحاسوز أو عن طريق ربط مركبات الكينون quinone أو عن الطريقين معاً.
(Applewhite & Chen)

٣- ولمنع تكوين الأندول أستخدم ماء مبرد (ماء وثلج). (Santoso)

٤- كما أستخدم التشعيع مع الحفظ فى مواد تعبئة مختلفة لزيادة عمر الجمبرى المطبوخ وذلك تحت جو من النتروجين. (Rattagool)

٥- كما وجد أن غمس الجمبرى فى ٨٪ بيكربونات يحسن من مقدرة لحمه على ربط الماء ويقلل الفقد فى الطبخ بمقدار ٢٠٪. (Henderson)

٦-وهناك دراسات عديدة لإستبيان المعادن الثقيلة كالزنبق والزرنيخ والكادميوم وكذلك المبيدات المختلفة ومثال هذه المواد فى الجمبرى.
(Hadj-Ali-Salem)

٧- والصبغة الأساسية الموجودة المربى هى الأستازانثين وهى تؤثر على اللون الذى يتكون أثناء الطبخ والجمبرى المربى كان من نوع *Penaeus monodon*. (Sunarya)

ومن منتجات الجمبرى الأخرى:

١- تحضير جريش من رؤوسه يحتوى على ٧,٨٨٪ رطوبة ، ٢٢,٠٣٪ رماد، ٨٠,٢٪ دهن، ٤٥,٤٪ بروتين خام، ٠,٨٢٪ كوليسترول.
(Ismanadj)

٢- كما يحضر منه صلصة sauce من الصدفة (القشرة) بإستخدام بكتريا كينوليتية chinolytic bacteria. (Chen & Hsing Chen)

٣- كذلك يحضر منه سيلاج (دريس) silage بإستخدام الكائنات الدقيقة. (Viete)

٤- وأيضاً يحضر من مهدر (متبقيات) الجمبرى المطبوخ وهى تبلغ ٧٠٪ مركبات للنكهة للإستخدام مع منتجات الأغذية البحرية.
(Mandeville)

٥- ويحضر منه أيضاً محلمآت بروتينية.
(Rodriguez)

ويوجد تصفح review عن جودة جمبرى *Panaeus monodon* الذى تمت تربيته فى أندونسيا. (Peranginangin)

وهناك دراسة عن إستخدام الرؤية الحاسوبية computer vision فى تقييم جودة الأغذية البحرية seafoods ومنها الجمبرى. (Larusson)

القيمة الغذائية:

الجمبرى المعلب جافاً dry pack كل ١٠٠ جم بها ٧٠,٤٪ رطوبة وتعطى ١٧٦ سعراً وبها ٢٤,٢ جم بروتين، ١،١ جم دهن، ٠,٧ جم كربوايدرات، ٠,٢ جم أليـاف، ١١٥,٠ مجم كالسيوم، ٢٦٣,٠ مجم فوسفور، ١٤٠,٠ مجم صوديوم، ٧٤,٠ مجم مغنسيوم، ١٢٢,٠ مجم بوتاسيوم، ٣,١ مجم حديد، ٢,١ مجم زنك، ٠,٤ مجم نحاس، ٦٠,٠ وحدة دولية فيتامين أ، ٠,٠١ مجم ثيامين، ٠,٠٣ مجم ريبوفلافين، ١,٨ مجم نياسين، ٠,٢١ مجم حمض بانتوثينيك، ٠,٠٦ مجم بيرودوكسين، ١٦,٠ ميكروجرام حمض فوليك. (Ensminger)

الأسماء: (Stobart)

جمبرى:	shrimp	prawn
بالفرنسية	crevette	crevette rose
بالألمانية	Garnele/Krabbe	Sagegamele
بالايطالية	gamberetto/grigio	gamberello
بالأسبانية	quisquilla gris	camerón/gamba

جمد to freeze

تجميد الأغذية freezing هو عملية خفض درجة حرارتها إلى الصفر المئوى أو أقل (عادة – ١٨°م أو أقل) للعمل على خفض معدلات التدهور بتأثير الكائنات الدقيقة أو التدهور الكيماوى أو التدهور الفيزيقى أو إرتباطات بينهما حتى لاتنخفض جودة الأغذية خاصة الخواص العضوية الحسية لها.

وعند درجة حرارة أقل من –١٠°م يقف نمو الكائنات الدقيقة. وتستمر التفاعلات الكيماوية والحيوية والفيزيقية على درجات حرارة منخفضة جداً ولكن ببطء وعلى ذلك فإن عمر التخزين فى المواد المجمدة يزداد إذا قورن بتخزين الأغذية بالتبريد أو على درجة حرارة الغرفة دون إتخاذ إجراءات أخرى. (Hui)

(أنظر: برد)

مراحل خفض درجة الحرارة فى التجميد:

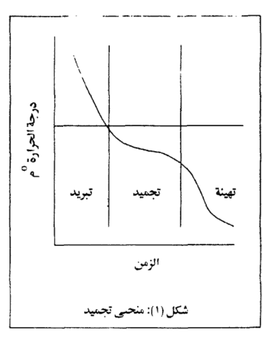
هناك ثلاثة مراحل فى خفض درجة حرارة الغذاء أثناء تجميده:

أ- التبريد cooling

ب- التجميد freezing

ج- التهيئة tempering

(شكل ١).



شكل (١): منحنى تجميد

وتعكس مرحلة التبريد خفض درجة حرارة الناتج إلى أول نقطة تجمد ولكن ليس هناك تغير في الطور phase وتزال في هذه المرحلة الحرارة المحسوسة sensible heat وقد تسمى هذه المرحلة مرحلة قبل التجميد prefreezing.

وفي مرحلة التجميد يحدث معظم تبلر الماء والحرارة المزالة تعرف بإسم الحرارة الكامنة latent heat وهي الحرارة التي يجب إزالتها من الغذاء حتى تتحول حالة الماء من ماء (سائل) إلى ثلج (صلب) (ويحتاج الأمر إلى إزالة ٨٠ سعرا من جرام من الماء لتحويله إلى جرام ثلج على درجة حرارة الصفر المئوي). (Hui)

أما مرحلة التهيئة فتنخفض درجة حرارة الغذاء بعد ذلك (التجمد) إلى درجة الحرارة النهائية final وقد تسمى هذه المرحلة الخفض إلى درجة حرارة التخزين التجميدي reduction to storage temperature وتنتج درجة الحرارة النهائية عندما تصل درجة حرارة أي جزء من الناتج إلى درجة حرارة التخزين بما في ذلك المركز الحراري أو درجة حرارة التساوي equilization temperature والتي تعرف بأنها درجة الحرارة التي يتوصل إليها تحت ظروف معزولة adiabatic بدون تبادل حراري مع الوسط المحيط environment.

إحتياجات التبريد في التجميد
refrigeration requirement for freezing

يعتمد إختيار أو تصميم نظام التبريد على معرفة مقدار الحرارة اللازم إزالتها بواسطة هذا النظام. والحمل الحراري الكلي لنظام التبريد هو مجموع المكونات الأربع

١- ح = حح + حغ + حز + حج

$H = H_s + H_u + H_l + H_f$

حيث: ح H هي التغير الكلي في المحتوى الحراري في وحدة الكتلة enthalpy المطلوب لخفض درجة حرارة الناتج من درجة حرارته الأصلية (فوق درجة حرارة التجميد) إلى درجة حرارة نهائية للتخزين تحت درجة حرارة التجميد.

حح H_s هي الحرارة المحسوسة التي لابد من إزالتها لخفض درجة حرارة الناتج إلى نقطة التجمد المبدئية initial.

حغ H_u هي الحرارة المحسوسة التي يجب إزالتها لخفض درجة حرارة الجزء غير المتجمد من الناتج إلى أقل من نقطة التجمد المبدئية.

حز H_l هي إزالة الحرارة الكامنة.

حج H_f هي الحرارة المحسوسة التي يجب إزالتها لخفض درجة حرارة التجمد من الناتج.

ويلزم لحساب إحتياجات التبريد معرفة الخواص الحرارية للأغذية ولحساب معدل تجميدها. ومن بين هذه الخواص:

نسبة الرطوبة أو المحتوى المائى water content: يؤثر محتوى الماء على المحتوى الحرارى فى وحدة الكتلة enthalpy الكلى وعلى الخواص الحرارية الأخرى. وليست جميع المياه فى الغذاء ممكن تجميدها وهذه الخاصية تؤثر على حساب إزالة الحرارة الكامنة. ويمكن التنبؤ بمقدار الماء غير القابل للتجمد (مع m_i) عند أى درجة حرارة δ، T_i من العلاقة الآتية:

٢- (حد × كم) / ر × (١/γصفر − ١/γ١) = لن ((مع / كم) / (مع / كم + كز / كع))

$$\frac{L \times M_A}{R}\left(\frac{1}{T_o}-\frac{1}{T_i}\right)=\ln\left(\frac{m_i / M_A}{m_i / M_A + m_b / M_B}\right)$$

حيث يمكن حساب كتلة جزء الماء غير المتجمد (مع m_i) من الحرارة الكامنة للتجمد (الإنصهار) fusion حد L ومن ثابت الغازات (ر R) ومن درجة حرارة تجمد الماء النقى (γصفر T_o) ومن درجة حرارة تجمد الناتج (γ١ T_i) ومن الوزن الجزيئى للماء (كم M_A) ومن كتلة جزء الذائب solute فى الناتج فى المحلول (كز m_b) ومن الوزن الجزيئى الفعلى effective للذائب solute فى الناتج (كح M_E). فتحسب إزالة الحرارة الكامنة على ذلك من المعادلة:

٣- حز = حد (كمغ − مع) $H_i = L\,(m_a - m_i)$

حيث (كمغ m_a) هى جزء كتلة الماء فى الغذاء.

نقطة التجمد freezing point: نقطة تجمد الماء النقى هى الصفر المئوى ولكن تختلف نقطة تجمد الأغذية بإختلاف تركيبها وتتراوح مابين −١°، −٥°م. وعند تجمد الغذاء تتكون بلورات ثلج مما ينتج عنه زيادة تركيز المذاب solute فى الحالة غير المتجمدة unfrozen phase مع خفض نقطة التجمد. ففى الأغذية لاتوجد نقطة تجمد واحدة كما فى الماء النقى بسبب عملية التركيز المستمرة فى الحالة غير المتجمدة أثناء التجميد. وبغرض حساب إحتياجات التجميد يمكن إستخدام نقطة التجمد المبدئية لحساب إزالة الحرارة المحسوسة.

الحرارة النوعية specific heat: الحرارة النوعية هى نسبة الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة وحدة الكتلة من الناتج درجة واحدة إلى الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة وحدة الكتلة من الماء درجة واحدة. وتوجد هذه المعلومات فى المراجع. والحرارة النوعية لناتج معين دالة function لدرجة الحرارة ولكن من الوجهة العملية يمكن إعتبارها تتوقف على حالتى التجمد وعدم التجمد. ويمكن حساب إزالة الحرارة المحسوسة قبل نقطة التجمد المبدئى (حح H_s) كما يأتى:

٤- حح = نىع (γ١ − γع) $H_s = C_{pi}\,(T_i - T_f)$

حيث (نتق C_{pi}) هى الحرارة النوعيه للغذاء قبل التجمد

(T_i ،γ) هى درجة الحرارة المبدئية للناتج.

(T_f γج) هى نقطة التجمد المبدئية.

أما إزالة الحرارة المحسوسة للجزء غير المتجمد (حغ H_u) والجزء المتحمد (حج H_f) للناتج إلى أقل من نقطة التجمد المبدئية فيمكن حسابها من المعادلة:

٥- حغ + حج = نتج (γج − γن)

$$H_u + H_f = C_{ps} (T_f - T_t)$$

حيث (نتج C_{ps}) هى الحرارة النوعية للغذاء تحت نقطة التجمد.

(T_t γن) هى درجة حرارة الناتج النهائية.

وعلى ذلك فيمكن حساب مقدار الحرارة المطلوب إزالتها من وحدة الكتلة من الناتج بجمع المعادلات ٣ ، ٤، ٥. ومقدار الحرارة الكلى المزال فى نظام التبريد فى وحدة الزمن هو معدل إنسياب الكتلة مضروبا فى الحرارة المزالة من وحدة الكتلة.

زمن التجميد freezing time: يعرف زمن التجميد بأنه الزمن الذى يمر من إبتداء مرحلة ماقبل التجمد حتى الوصول إلى درجة الحرارة النهائية وهو يتوقف على درجتى الحرارة المبدئية والنهائية وكمية الحرارة التى تزال وعلى أبعاد – خاصة سمك – وشكل الناتج وعلى عملية إنتقال الحرارة ودرجة حرارته. (Hui)

والتنبؤ بزمن التجميد يساعد على تصمم نظام تبريد ينجح فى إنتاج أغذية عالية الجودة. فمعلومات زمن التجميد تستخدم فى. ١- تحديد التحميل الحرارى فى احتياجات التبريد فى المجمد. ٢- للحصول على تصميم مرض لعملية إنتاج الأغذية المجمدة . ٣- مراقبة وضبط جودة الأغذية التى تتأثر بمعدل التجميد. (Hui)

وقد أعطى بلانك Plank طريقة للتنبؤ بزمن التجميد هى:

٦- نج = ρ جك / (γج − γو) × (ب أ/مح + ر أ٢/ك)

$$t_f = \frac{\rho L}{(T_f - T_a)}\left(P\frac{a}{h} + R\frac{a^2}{k}\right)$$

حيث (نج t_f) زمن التجميد

(حك L) الحرارة الكامنة لجزء fraction الماء

(ρ ρ) هى الكثافة

(T_f γج) درجة الحرارة الأصلية للتجميد

(T_a γو) درجة حرارة وسط التجميد

(أ a) هى البعد المميز characteristic dimension

(مح h) معامل إنتقال الحرارة عند السطح

(ك k) التوصيل الحرارى thermal conductivity

(ب P) و (ر R) هما ١\٢ ، ١\٨ على التوالى لكتلة slab غير محدوده (لانهائية intinite) ، ١\٤ ، ١\١٦ لأسطوانة لانهائية و ١\٦ ، ١\٢٤ لكرة sphere.

معدل التجميد freezing rate: معدل التجميد لناتج أو عبوة package (درجات مئوية/ساعة) هو الفرق مابين درجة الحرارة الأصلية ودرجة الحرارة النهائية مقسوما على زمن التجميد. وبالنسبة لنقطة

معينة فى الناتج فإن معدل التجميد المحلى يساوى الفرق بين درجة الحرارة الأصلية ودرجة الحرارة المرغوبة (لهذه النقطة) مقسوماً على الزمن الذى يمر حتى الوصول إلى هذه الدرجة المرغوبة فى هذه النقطة. (Hui)

سرعة حركة خط الثلج

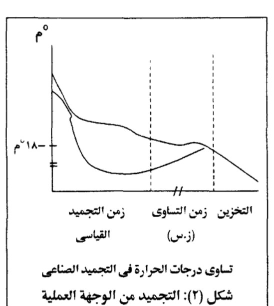
speed of ice movement

يمكن تقدير معدل التجميد بسرعة حركة الثلج (سم/ساعة) خلال الناتج. والسرعة أكبر عند السطح وأبطأ فى إتجاه المركز. وبالتالى فإن معدلات التجميد قد تختلف من مصدر source إلى آخر بحيث لايسهل مقارنتها.

زمن التجميد العملى أو الفعلى

practical on effective freezing time

هو الزمن اللازم لخفض درجة حرارة الناتج إلى درجة حرارة تساوى equilization temperature هى −١٨°م تحت ظروف معزولة adiabatic. وهذا التعريف يحدد السعة الصناعية commercial لأجهزة التجميد. والزمن الذى يحتفظ فيه بالناتج فى المجمد يعرف بإسم زمن التجميد القياسى (ز.ج.ق SFT standard freezing time أو زمن الإحتفاظ holding time وفى الشكل (٢) (ز.س ET) تمثل زمن التساوى. وفى تقدير قدره/سعة الجهاز سيكون التساوى عند −١٨°م ولكن فى الحياه العملية فإن تساوى درجة الحرارة هذا يحدث بعد ذلك أثناء المناولة handling والتخزين وتكون درجة حرارة التساوى هى درجة حرارة الوسط المحيط. فمن الوجهة النظرية يكون زمن التجميد الكلى (ز.ج.ك TFT total freezing time للناتج هو حاصل جمع زمن التجميد القياسى + زمن التساوى.



تساوى درجات الحرارة فى التجميد الصناعى

شكل (٢): التجميد من الوجهة العملية

ومن المهم أنه يعكس المعتقد بأن درجة حرارة الناتج لاتصل فى مركزه إلى −١٨°م فى المجمد بل يحدث هذا أو يفضل حتى لدرجة حرارة أقل بعد ذلك أثناء المناولة والتعبئة والتخزين.

حمل التبريد أثناء التخزين

refrigeration load during storage

إن الحمل الحرارى فى نظام تبريد يمكن أن يقسم إلى:

فقد حرارى من الجدران wall heat losses:

وهذه تختلف بإختلاف نوع وسماكة العزل، مواد البناء، مساحة الحائط الخارجية، فرق درجة الحرارة بين الحيز المبرد والهواء المحيط ambient air وسرعة الهواء الخارجى.

- فقد ..ن تبادل الهواء أو من خلال الأبـــواب air exchange or door losses: إن تغلغل هواء ساخن من الخارج إلى الهواء البارد الداخلى هو أعلا حمل تبريد. وتقدير التبادل الحرارى يبنى على قياسات تجريبية لدرجات حرارة الهواء الداخلى والخارجى ووضع هذه المعلومات على خرائط/منحنيات علاقة درجة الحرارة والرطوبة psychrometric charts وحساب الحرارة المتبادلة الكلية.

- حمل الناتج product load: يشمل حمل الناتج الحرارى حرارة التنفس وإزالة الحرارة المحسوسة لخفض درجة حرارة الناتج إلى درجة حرارة التجمد.

- فقد عرضى/طارىء incidental loss: وهذا يشمل الحرارة التى يضيفها العمال إلى حيز التخزين، وكذلك الحرارة الناتجة من النور lights والموتورات الكهربية وهى عادة تمثل ١٠-١٥٪ من مقدار أنواع الفقد الثلاثة المبينة أعلاه.

قدرة/سعة المجمد freezer capacity

إن مقدار الإستثمار فى أى جهاز تجميد يبنى على الإحتياجات لتجميد كمية معينة من الغذاء فى الساعة. والعلاقة الآتية تصلح لأى نوع من المجمدات:

س = كم/ز = ح ق/ز $C = Q/F = V_q/F$

حيث (س C) قدرة/سعة المجمد معبراً عنها بـ طن/ساعة.

(كم Q) الكمية بالطن من الناتج التى يمكن أن يسعها المجمد

(ز F) زمن الإحتفاظ بالساعة فى المجمد المعين

(ح V) الحجم بالأمتار المكعبة من الناتج التى يمكن أن يسعها المجمد

(ق q) الوزن بالطن لكل متر مكعب من الناتج

ويشير زمن الإحتفاظ إلى تغير درجة الحرارة المطلوب أى عادة من درجة الحرارة عند الدخول إلى -١٨°م درجة حرارة تساوى.

ومن المهم فهم الأهمية الأساسية لزمن الإحتفاظ بالنسبة لقدرة أو سعة المجمد. وكل ناتج له زمن إحتفاظ مختلف. وتختلف عادة كمية الحرارة التى تستخلص من كل كيلوجرام من الناتج بمقدار صغير داخل مجموعة النواتج مثل الخضروات ولكن أبعاد حسيمات كل ناتج لها تأثير كبير (أنظر معادلة بلانك٦).

ولما كانت الحرارة تستخلص/تخرج من الناتج خلال السطح surface فإن العلاقة مابين السطح والوزن هامة وهى تسمى ا.. ح النوعى specific surface معبراً عنها بالمتر المربع لكل كيلو جرام. والوزن والحجم يتناسبان ويمكن فى مناقشة هذا الموضوع أن يحل أحدهما مكـ.. آخر. ومن الشكل (٣) يتضح أن زمن التجميد يتناسب عكسياً مع السطح النوعى للجسيمات.

ومن الوجهة العملية يؤخذ مثال لنفق ذى أرفف rack tunnel قدرته طن واحد فى الساعة من هريس/بيورية السبانخ معبأ فى أوعية سمكها ٤٥مم فقد يكون له القدرات/السعات الآتية:

سبانخ معبأ فى طبقات ٤٥ مم	طن واحد/ساعة
بسلة غير معبأة ٣٠مم فى الطبقة	١,٥طن/ساعة
بسلة معبأة فى طبقات ٤٥ مم	٠,٦طن/ثانية
بقدونس معبأ فى طبقات ٤٥ مم	٠,٤طن/ساعة
أغذية تليفزيون TV dinner معبأة فى طبقات ٣٥ مم	٠,٢طن/ساعة

وفي حالة البقدونس وأغذية التليفزيون فإن القدرة/السعة تقل أساسا بسبب حجم وزن منخفض وأيضا بسبب إنتقال حرارة منخفض داخل العبوات.

	١٠ د، ٢٥ د، ٨ د	١٠ د، ٢٥ د، ٤ د	٢ د	د
ح	٢٠٠٠ × ٠,٥٦ د٣	١٠٠٠ × ٠,٥٦ د٣	٨ × نق.د٣ / ٦	نق.د٣ / ٦
س	١٠٦٠ د٢	٧٨٠ د٢	نق.د٢	نق.د٢
س / ح	٠,٩٤ × ع / د	١,٤٠ × ع / د	٣ × ع / د	٦ × ع / د
ع	٦,٤	٤,٣	٢	١
ز	٥,٥ساعة	٢,٥ساعة	١٢ ق	٦ ق

ح = الحجم
س = مساحة السطح
س / ح = السطح النوعى
ع = معكوس السطح النوعى
ز = زمن الاحتفاظ العملى
نق = r
د = وحدة

شكل (٣): الحرارة التى يجب لأن تخرج من عبوات مختلفة الأحجام.

القدرة/السعة فى التصميم – القدرة/السعة (العملية) فى الشغل
design capacity – working capacity

فى عمليات الخط مع زمن تجميد قصير (٦–١٠ دقائق مثلا) من المهم التفرقة بين السعة فى التصميم والسعة فى الشغل.

فالسعة فى التصميم تشير إلى إنخفاض درجات الحرارة فى الحجم فى الساعة تبعا للمواصفات إذا كانت التغذية بالناتج مستمرة وثابتة steady & continuous. ولكن فى الواقع فإن الحمل يتقلب fluctuate ولأن درجة الحرارة تتأثر بالتقلبات بمقدار قصير (٣–٥ ق) فإن تغذية الناتج يجب

خفضها cut back حتى لاتزيد أعلاها عن ١٠٠٪ من سعة التصميم. وهذا معناه أن متوسط إنسياب الناتج سيكون ٨٠-٩٠٪ من سعة التصميم
كذلك قد تتطلب تخفيضات أخرى حيث قد لايمكن إستغلال كل دقيقة من كل ساعة شغل. فعند بدء العمل في الصباح يمر وقت حتى يصبح إنسياب الناتج ١٠٠٪. وكذلك فإنه إذا حدث وقف في الإنتاج/العمل للغذاء أو تغيير الوردية فإن التغذية بالناتج يلزم وقفها قبل ذلك.
وأيضا إذا حدث وقف في خط التشغيل لأى سبب فإن إنسياب الناتج قد يقف أيضا. وعلى العموم فإن سعة التشغيل working capacity قد تكون ٧٠٪ من سعة التصميم design capacity بالنسبة لناتج معين. وللحصول على أقصى إنتاج فإن كل (خطوات) الحلقات في سلسلة الإنتاج يجب أن تحقق السعة المطلوبة/المرجوة.
وكثيرا مايستخدم المجمد لنواتج عدة مختلفة. ولهذه النواتج فإن سعة التشغيل المشار إليها عاليا يجب ضربها في عامل السعة capacity factor والتى تربط السعة الخاصة بهذا الناتج المعين بسعة هذا الناتج التى توجد في مواصفات التصميم design specification وللنواتج ذات عوامل السعة المنخفضة جدا تكون ظروف التشغيل عادة مختلفة كثيرا بحيث يجب وضع سعات تشغيل منفصلة.

التبريد المبدئى precooling

يعرف التبريد المدنى بأنه التبريد الناتج قبل دخوله المحمد. وهذه العملية لها تأثير إيجابى على الطاقة اللازمة لتجميد الناتج وعادة تخفض من حمل الصقيع frost load على الملفات أيضا.
والتبريد المبدئى يمكن تحقيقه بنفخ الهواء المحيط ambient air على الناتج، أو بنفخ الهواء المحيط بعد تبريده برذاذ من الماء أو بالغمر فى ماء بارد (صناعيا أو غير صناعى) أو ينفخ هواء مبرد صناعيا على المنتج.
ومراعاة الظروف الصحية أثناء التبريد المبدئى مهم لأن النظام الناقل conveyor system يمكن أن تكون له درجة حرارة أكثر إرتفاعا أو حتى فى جزء منه بحيث يسمح بنمو البكتريا وتجمعها buildup.
والتبريد المبدئى يقلل من الحمل على نظام التبريد ذى درجة الحرارة المنخفضة مما يقلل من القوة/الطاقة (الكهربية) المطلوبة. وإذا أستخدم نظام تبريد مبدئى صناعى refrigerated فإن حرارة التبريد المبدئى تزال بواسطة نظام تبريد يستهلك طاقة power أقل لكل وحدة من الحرارة مزالة عن المنتج وبذا يتحقق وفر فى الطاقة power.

التغيرات الرئيسية أثناء التجميد
fundamental changes during freezing

إن التجميد العاجل يرجع إلى الحـ ... إلى خفض معدل عمليات التدهور والتلف بتأثير العمليات الكيماوية والحيوية والفيزيقية بجانب نشاط الكائنات الدقيقة. ويمتد تأثير التفاعلات الكيموحيوية والكيماوية أثناء التخزين التجميدى وإذا كان التجميد السريع له منافعه الحسية فإن له أيضا مزايا من حيث التقنية والإقتصادية. فمن حيث الجودة فإن معدل التجميد يحدد الفقد فى الوزن

وكذلك الجودة من حيث ناحية الكائنات الدقيقة. كذلك فإن فقد القطارة drip أو عصير الناتج product juice عند التيع thawing يتحدد أيضا بمعدل التجميد. (Hui)

وتتصف الأغذية بطبيعتها غير المتجانسة heterogeneous ففيها عدة مكونات وأكثر من حالة وعدم تجانس فراغى بدرجات مختلفة. وبجانب ماسبق ذكره من عدم ثباتها كيماويا وفيزيقيا فإن هذا التعقيد الكيماوى يتوزع مابين عدة حالات فيزيقية. فالحالة الغازية أو البخارية تشمل الهواء والماء ومركبات النكهة المتطايرة والحالة الصلبة تحتوى كلا من مواد متبلرة crystalline ومواد غير متبلرة amorphous وبالطبع تكثر حالات مابين السطوح interfaces فى الأغذية.

كذلك فإن الأغذية ليست أنظمة فى حالة توازن equilibrium وعلى ذلك فهى ربما احتوت مستويات مختلفة من نشاط الماء water activity (نم W_a). (Belton)

تبلر (الماء) الثلج ice crystallization

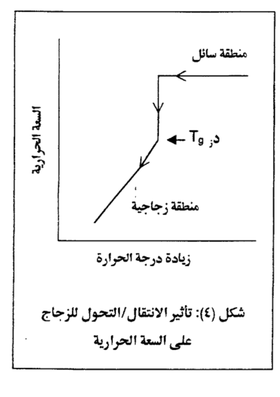
الماء هو المكون الأساسى لمعظم الأغذية وهو يتحول أثناء التجميد من الحالة السائلة liquid إلى الحالة الصلبة solid من ماء إلى ثلج ولكن هناك جزء من الماء لايحدث فيه هذا التحول حتى على درجات حرارة منخفضة جدا وهذا الجزء يسمى الماء غير المتجمد non-freezing water. ويمكن حساب محتوى الماء غير المتجمد (أنظر المعادلة ٢ أعلاه).

وفى محلول البروتين فإن الماء غير المتجمد يرتبط بدرجة كبيرة بتركيب الأحماض الأمينية فى البروتين فالأحماض الأمينية الحاملة للشحنة تتعلق associate بمابين ثلاثة وسبعة جزيئات ماء والأحماض الأمينية القطبية بما بين أثنين وثلاثة جزيئات والأحماض غير القطبية non-polar بواحد جزىء أو بدون أى جزىء. وكل رابطة ببتيد تتعلق بجزىء واحد أيضا. وكل ١ جم بروتين أو غذاء أو نظام بيولوجى يتعلق أيضا بـ ٠,٣ – ٠,٦ جم ماء غير متجمد.

وتتحدد خواص الأنظمة المائية المجمدة أساسا بـ أ- نسبة الماء غير المتجمد unfrozen. ب- حجم بلورة الثلج. ج- الحالة الفيزيقية للمكونات غير المائية. ويتوقف عمر الرف shelf-life للنواتج المخزنة على درجات حرارة منخفضة على درجة الحرارة لأن الجزء غير المتجمد قد يكون فى حالة سائلة liquid أو فى حالة زجاج glass تبعا لدرجة الحرارة. وحفظ خواص النواتج المجمدة يرتبط بإحتمالات التفاعلات الكيماوية والكيموحيوية التى تنخفض كثيرا إذا كانت الحالة المجمدة-المركزة freeze-concentrated هى زجاج glass. (Blond)

الزجاج glass هو مادة غير منتظمة disordered حيث تكون الحركة الجزيئية بطيئة جدا وفيها تكون السعة الحرارية heat capacity والإنضغاطية compressibility والتمددية expansivity أقرب للحالة المتبلرة منها من الحالة السائلة. ونتيجة لذلك تكون حركة التحول transitional motion بطيئة جدا واللزوجة viscosity عالية جدا. (Belton)

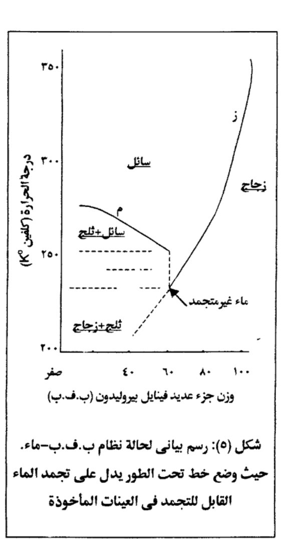
وعند تبريد درجة حرارة مادة ما فإنه عند نقطة معينة يحدث خفض drop في السعة الحرارية heat capacity من قيمتها للسائل إلى قيمة أقرب للحالة المتبلرة ودرجة الحرارة التي يتم عندها هذا التغير هي درجة حرارة الإنتقال/التحول للزجاج glass transition temperature (د ز T_g) (شكل ٤). والزجاجات (حالات الزجاج) تكون (تحت) ثابتة metastable بالنسبة للحالة المتبلرة ولكنها ثابتة جدا من حيث الحركيات kinetically.



شكل (٤): تأثير الانتقال/التحول للزجاج على السعة الحرارية

وكمثال يؤخذ نظام عديد فينايل بيروليدون-ماء polyvinylpyrrolidone-water بتركيزات مختلفة. ففي الشكل (٥) فإن المنحنى م M يمثل درجة الحرارة التي يبتدىء عندها الثلج في الإنفصال عندما يبرد المحلول الذي تركيزه يكون أقل من ٦٠٪ تحت ظروف التوازن. وعندما يظهر الثلج فإن تركيز السائل يزيد. وعديد فينايل بيروليدون (ب.ف.ب PVP) مثل معظم المواد الذائبة (الذوائب) البيولوجية لايتبلر أثناء التبريد والسائل يتحول إلى الحالة الصلبة solidify كمادة زجاجية material glassy عندما تصل إلى المنحنى "ز" والماء الذي يتبقى في الحالة غير المتبلرة amorphous phase يطلق عليه الماء غير المتجمد unfreezable water.

(Blond)



شكل (٥): رسم بياني لحالة نظام ب.ف.ب-ماء. حيث وضع خط تحت الطور يدل على تجمد الماء القابل للتجمد في العينات المأخوذة

والمنحنى ز يمثل درجة حرارة الإنتقال/التحول للزجاج glass transition temperature كدالة لتركيز عديد فينايل البيروليدون.

ويحدث التحول لحالة الزجاج عند نفس درجة الحرارة عند تركيزات أقل من ٦٠٪ بعد التبريد البطيء أو السريع والذى يتبعه معاملة تهيئة (تحمية) annealing treatment على -٢٣°م (٢٥٠ كلفين 250 K) وعلى ذلك يمكن القول بأن زجاجاً ذا تركيز ثابت يتكون دائماً بالنسبة corresponding لمقدار معروف defined من الماء غير المتجمد unfrozen. وإذا كانت درجة حرارة التخزين أقل من درجة حرارة التحول للزجاج (د ز T_g) فإن الحالة المجمدة-المركزة -freeze concentrated غير المتبلرة amorphous تكون زجاجاً إما إذا كانت أعلا من درجة حرارة التحول للزجاج (د ز T_g) فإنها تكون حالة سائل فوق مبرد supercooled liquid phase.

وفى درجات الحرارة المستخدمة تجارياً فإن الطور غير المتبلر يكون دائماً سائل لأنه بالنسبة للأغذية فإن مدى درجة الحرارة المتعلق بالإنتقال إلى الطور الزجاجى الخاص بطور التجميد-تركيز (وبدء إنصهار الثلج) يبدو أنه مابين -٢٠°م ، -٤٥°م. وللحصول على مادة زجاجية glassy material فى نظام يحتوى جزءاً من الماء قابل للتجمد فإن معدل التبريد يجب أن يكون سريعاً جداً و/أو التركيز عال لأن لزوجة طور السائل تحد من إحتمالات تكون النوايا nucleation. وفى أثناء التخزين فإن حالة الزجاج يحتفظ بها عند درجات حرارة أقل من المنحنى ز G.

تجميد الأنسجة

معظم منتجات الأغذية تتكون من أو تحتوى خلايا حيوانية و/أو نباتية مكونة أنسجة بيولوجية/حيوية والمحاليل المائية للأنسجة تكون إما بين الخلايا intercellular أو داخل الخلايا intracellular fluid. وتتوقف درجة الحرارة التى يبتدىء عندها التجمد على تركيز المواد الذائبة والتركيز يكون أعلا داخل الخلايا عنه خارجها ويعمل الغشاء الخلوى كحاجز تناضحى osmotic barrier ويعمل على الإحتفاظ بالفرق فى التركيز. (Hui)

وتتكون أول بلورات الثلج خارج الخلايا لإرتفاع درجة حرارة التجمد نظراً لزيادة التخفيف عن داخل الخلايا. ومعدل تبلر الثلج هو دالة لخروج أو إزالة الحرارة وأيضاً إنتشار الماء من داخل الخلايا إلى المسافات بين الخلايا intercellular space. وتفقد الخلايا الماء أثناء التجميد فالماء ينتشر diffuse خلال الغشاء الخلوى ويتبلر هذا الماء كثلج على سطح بلورات الثلج المتكونة خارج الخلية. ولما كان عدد النوايا التى تتكون أثناء التجميد البطيء منخفضاً فإن هذه التى توجد كبلورات تنمو إلى حجم كبير نسبياً.

وبفقد الخلايا للماء فإن المحلول الذى يتبقى داخلها يصبح أكثر تركيزاً وينكمش حجم الخلية مسبباً إنهيار جدار الخلية جزئياً أو كلياً. وتشغل بلورات الثلج المتكونة خارج الخلية حجماً أكبر (من حجم الماء) ضاغطة على جدار الخلية. وقد يتسبب هذا الضغط فى تهدم/تلف damage جدار الخلية مما يزيد من فقد القطارة drip loss عند التيع.

ولكن بزيادة معدلات التجميد يتكون عدد أكبر من نوايا تبلر الثلج وتكون ذات بلورات نهائية ذات حجم أصغر ولكن معظمها لايزال يتكون خارج الخلايا. إذ لاتتكون بلورات الثلج بطريقة موحدة داخل وخارج الخلايا إلا في ظروف معدلات تجميد عالية جداً غير متاحة صناعياً commercially.

ويجب تحديد معدل التبريد لكل ناتج لتجنب نمو الكائنات الدقيقة لضمان أمان safety الناتج ولضبط الفقد فى الوزن الذى هو مهم إقتصادياً.

ومن الوجهة العملية فإن معدلات التجميد المختلفة يظهر تأثيرها فى فقد ماء القطارة drip أو عصير الناتج product juice عند التيع فهذا الفقد ينتج عنه فقد فى القوام texture والنكهة flavor وفى معظم الأغذية. وأيضاً المغذيات nutrients وعلى ذلك فكثيراً مايستخدم فقد القطارة كدليل على فقد الجودة خلال التجميد ومايتبعه من تخزين. فمع الفراولة تظهر فائدة معدلات التجميد العالية حيث يقل الفقد. إما فى حالة شرائح لحم البقر فإن هذا التأثير يكاد لايلاحظ.

وقد عالج بولد Bald تكون ونمو بلورات الثلج والتنبؤ بها فى أنظمة ماء مثالية من الوجهة النظرية ورياضياً ودعا إلى القيام بتجارب لتأكيد تحليله وتطبيقه على نواتج غذائية حقيقية. (Bald)

وقد عالج هولت Holt إزدياد حجم بلورات الثلج أثناء تعرض مثلوجات اللبن ice cream والعقبة المجمدة frozen deserts لدرجات حرارة مرتفعة أثناء التوزيع حيث يحدث إعادة تبلر recrystallization وإنتهى إلى أن البونيمرات (المثبتات المائية الغروية hydrocolloid stabilizers) المستخدمة مع هذه المنتجات تبطيء من معدل نمو الثلج وتغير من شكل البلورة فى المحاليل المائية تحت المبردة under cooled aqueous. (Holt)

وأحيانا فإن وجود بلورات الثلج ومايتبع ذلك من نموها قد يستخدم كمساعد فى بعض العمليات process aid. فمثلا خثرة فول الصويا توفو tofu تحول إلى ناتج ذى قوام أكثر كورى-توفو kori-tofu بالتجميد كما أن هناك براءات إختراع مختلفة لإعطاء قوام يشبه قوام اللحم لعجائن pastes البروتين المطحونة comminuted ويستخدم البعض تجميد الكورن البروتينى الفطرى mycoprotein "Quorn" الناتج من *Fusarium graminearum* لتحسين خواص الناتج خاصة القوام. (Rodger)

الكائنات الدقيقة:

بعض الكائنات الدقيقة يقف نموها عند درجة حرارة صفر°م أو حتى أعلا بي ن يستمر نمو البعض الآخر على درجات حرارة أقل من درجة حرارة تجمد الأغذية ولكن معدلات النمو تحت درجات حرارة الصفر المئوى بطيئة جدا وزمن الأحيال قد يفوق حوالى ١٠٠ ساعة. (Brown)

والفروق الكبيرة بين أقل درجات حرارة نمو (١٠°م إلى -١٠°م) للكائنات الدقيقة الموجودة فى الأغذية (البكتريا المحبة لدرجات الحرارة المتوسطة mesophilic والمحبة لدرجات الحرارة الباردة psychrophilic والخميرة yeast والفطر

moulds) تشير إلى أنه ربما كان هناك عدة طرق mechanism للحد من النمو فوق درجة حرارة الصفر المئوى ثم وقف هذا النمو على درجات حرارة تحت الصفر المئوى.

وقف النمو sessation of growth: قد يقف نمو الكائنات الدقيقة فوق درجة حرارة تجمد الغذاء إذا كان التأثير المباشر لدرجة الحرارة على معدل الأيض بسبب أن متطلبات طاقة الصيانة maintenance energy requirements تصبح أكثر من الطاقة المنتجة (مثلاً إذا كانت الخلية تحت ضغط stress نتيجة رقم جيد منخفض أو بطرق أخرى مماثلة) أو أن عقبات التخليق الحيوى للجزيئات الكبيرة macromolecules تحد من مقدرة الخلية على الإنقسام. إن الإختلاف فى مقدار تثبيط نشاط الإنزيمات على درجات حرارة منخفضة قد يتغير وقد يخفض من كفاءة طرق الأيض مما يؤدى إلى زيادة تراكم النواتج النهائية عند درجات حرارة حوالى أقل من درجات حرارة النمو. وهذا يبدو هاماً على وجه الخصوص فى الأغذية مثل اللحم والسمك الطازج التى ربما مرت فى فترة تخزين بارد طويلة قبل التجميد مما يسمح بوجود عدد كبير من الكائنات الدقيقة مثل ٥×١٠^٧/جم ، وكذلك تركيزات للأيضات metabolites تتكون قبل المعاملة والتجميد. ففى اللحم المبرد فى ظروف هوائية ربما سادت كائنات الفساد – مثل *Pseudomonads* – التى تنتج خارج الخلايا مثل الليبازات والبروتيوزات والتى تبقى نشطة – وتسبب تغيرات فى النكهة – أثناء التخزين التجميدى.

كذلك فإنه أيضاً بالوصول إلى درجات حرارة تحت الصفر لاتصل الكائنات الدقيقة إلى أقل درجات حرارة نمو لها بل انها تتعرض لتركيزات تتزايد من المواد الذائبة فى الماء غير المتجمد. وهناك علاقات تثبيطية بين درجات الحرارة المنخفضة ونشاط الماء المنخفض والنمو أبطأ أو يقف عند. درجة الحرارة أعلا إذا كان كل عامل يعمل على حدة. فالكائنات الدقيقة التى تستطيع النمو على نشاط ماء منخفض تنمو أيضا على درجات حرارة تحت الصفر المئوى. وحيث يحتوى الغذاء على كائنات دقيقة مختلفة mixed flora ويخزن قرب حدود النمو فإن التغيرات الصغيرة فى درجات الحرارة ينتج عنها تغيرات محسوسة مختلفة فى معدلات النمو النسبى للكائنات الدقيقة الموجودة. وبالتالى فى نسب هذه الكائنات الدقيقة التى تتكون أثناء التخزين.

وفى حالة لحم البقر المفروم minced beef فإنه فى مدى درجات حرارة من -٥°م إلى -٧°م أو -٨°م فإن الزمن الذى زاد فيه عد الكائنات الدقيقة من ١٠^٤/جم إلى ١٠^٧/جم زاد من ثلاثة وأربعة أسابيع إلى حوالى ١٢ أسبوعا. وبإنخفاض درجة حرارة التخزين أختلفت الكائنات الدقيقة التى زاد عددها. فعند درجة حرارة أعلا من الصفر المئوى سادت البكتيريا السالبة لجرام، وعند الصفر المئوى إنخفض معدل نموها بدرجة تكفى لتصبح الأنواع الموجبة لجرام مكونة لنسبة جوهرية من عدد الكائنات الدقيقة. وعلى درجات حرارة أقل من

الصفر بطؤ معدل نمو البكتيريا لتصح الخمائر والفطر موجودة بأعداد يمكن إستبيانها detectable numbers ومع درجات حرارة أقل مع زيادة مدة التخزين أصبحت الخمائر والفطر هي الأنواع الوحيدة التي يمكن إستبيانها.

تأثير التجميد على الكائنات الدقيقة: تختلف الكائنات الدقيقة في حساسيتها للتجميد فبعضها لايتضرر injury وبعضها تتضرر بدون موت sublethal injury وبعضها يموت. ويعمل كل من معدل التجميد ودرجة حرارة التخزين وتغيرات درجة الحرارة أثناء التجميد دوراً كبيراً في الضرر دون الموت وفي موت الكائنات. وفي معدلات التجميد السريعة يتكون عديد من بلورات الثلج الصغيرة داخل وخارج الخلايا ولاتتركز المواد الذائبة لدرجة مايحدث في حالة التجميد البطيء. وتحتفظ خلايا الكائنات الدقيقة بحجمها الطبيعي ولكنها قد تتعرض للتشويه distortion ولفقد سلامة integrity الغشاء بسبب أن بلورات الثلج المتكونة تكون صغيرة بدرجة تسمح بتمزيق disrupt تركيب الغشاء. والضرر الذي يصيب غشاء الخلية يقلل من مقدرتها على الإحتفاظ بالمواد الذائبة ذات الوزن الجزيئي المنخفض والإحتفاظ ببيئتها الداخلية سليمة. وتأثير هذا لا يظهر إلا بعد التيع وتصبح الظروف مناسبة لبدء النمو. وأثناء التخزين تسبب تغيرات درجة الحرارة تأثيراً على حركة المواد الذائبة وعلى نمو بلورات الثلج وربما على فقد بعض الماء بالتسامي وكل هذا يزيد من الضرر الذي تعانيه خلايا الكائنات الدقيقة.

ومن العوامل التي تؤثر على حساسية الكائنات الدقيقة لضرر التجميد freeze damage تأثر الأنواع المختلفة بدرجات مختلفة وظروف النمو المختلفة ومرحلة النمو. والخلايا التي تنمو بنشاط حساسة أكثر من تلك التي تمر في مرحلة الثبات stationary phase وجراثيم البكتريا من أكثر الأشكال مقاومة لضرر التجميد. كذلك الجراثيم والخلايا الخضرية للخمائر والفطر تبقى survive بعد التجميد والتخزين التجميدي.

والكرويات cocci الموجبة لجرام تقاوم التجميد أحسن من القضبان rods الموجبة لجرام. بينما الـ *Lactobacilli* بادئات الزبادي والجبن يقل عددها بمقدار ٤-٦ أعداد لوغاريتمية أثناء التخزين التجميدي والمناولة قبل تلقيحها في اللبن.

وكثير من الأنواع السالبة لجرام تتضرر أو تموت بالتجميد ولكن هذا لايعني ضمان عدم وجودها في الأغذية المجمدة فمثلا وجدت الـ *Enterobacteriaceae* في الأغذية المجمدة بعد عدة سنوات. ودرجة حرارة التخزين لها تأثير كبير على الضرر بدون موت sub-leth لدرجات الحرارة تحت التجميد العالية مثل -٢°م إلى -٥°م تكون عادة مسببة لأضرار أكثر للخلايا من درجات أقل من ذلك (تحت -١٠°م).

كذلك فإن تركيز الأملاح عامل حرج حيث في المستويات العالية فإنها تسهم في الجفاف التناضحي osmotic dehydration وزيادة الضرر أثناء التجميد البطيء. على أنه وجد أن بعض مكونات الأغذية كالسكر والببتيدات والجليسرين يمكنها حماية الكائنات الدقيقة من الضرر حيث تعمل

كحاميات برودة شديدة cryoprotectants وربما عملت ليس فقط لخفض مدى الضرر بل أيضاً لتقليل نسبة الخلايا التى تقتل بالتجميد.

وأرقام جيد المنخفضة تسرع وتزيد من الضرر دون الموت أثناء التخزين التجميدى.

والضرر دون الموت sub-lethal injury عكسى بحيث أن الخلايا تكتسب خواص الخلايا العادية. ومايتنتج عن ضرر التجميد لاينتقل إلى إنقسام الخلايا أى أن التجميد لايحدث تغيرات دائمة فى مواد وراثة الخلية.

وإذا سمح للكائنات الدقيقة بالنمو والتكاثر بعد الحصاد أو الصيد أو الذبح بحيث تصل إلى مستويات تفوق ١-١٠ مليون/جم قبل التجميد فإن هذا يؤدى إلى أنها قد تسبب تغيرات جوهرية فى المنتجات أثناء التخزين التجميدى ولو أن هذه الأعداد لاترتبط بمواد خام تالفة. وتلعب إنزيمات الكائنات الدقيقة دوراً جوهرياً فى تغيرات الجودة فى اللحم والخضر أثناء التخزين التجميدى.

وفى بعض أنواع الأسماك قد تتكون بعض الأمينات البيوجينية biogenic amines مثل الهستامين أثناء التخزين الذى قد يكون قبل التجميد والذى لايتلف هذه الأمينات ويحد من تكونها التبريد السريع rapid chilling الذى يمنع نمو البكتيريا المزيلة لمجموعة الكربوكسيل decarboxylating مثل *Proteus, Hafnia & Klebsiella*.

وبالنسبة للحم فإن سطحه يتلوث بالكائنات الدقيقة من الحيوان ومن الوسط المحيط ويتوقف عدد الكائنات على الظروف الصحية والتبريد بالطبع يقلل من معدل النمو ولكن الكائنات المحبة للبرودة psychophilic & psychotrophic تنمو على درجات حرارة التبريد ولكنها تحتاج إلى أكسجين الذى لايوجد إلا على السطح فإنه لايحدث نمو داخل اللحم. وعادة يكون معدل التجميد سريعاً بحيث يوقف النمو على السطح.

ولكن المعاملة بعد ذلك بالقطع cutting أو الفرم mincing تزيد من التلوث بزيادة نسبة السطح/الحجم. ويصبح معدل التجميد حرجاً.

وعادة فإن فترة تجميد من ٢٤ - ٣٦ ساعة بحيث تنخفض درجة حرارة مركز كتلة اللحم (-١٠ °م) لايسبب أى متاعب من الكائنات الدقيقة. ولكن إذا زاد التقطع إلى أجزاء أصغر فإن هذا الزمن الطويل للتجميد يصبح مشكلة كبرى ويستحسن تجميد هذه المنتجات على الخط ثم تعبئتها أو تعبأ فى عبوات صغيرة جداً تسمح بتجميد أكثر سرعة.

وإذا حدث وعومل المنتج الغذائى بالحرارة قبل التجميد فيحسن إذا كان سيمر وقت قبل التجميد أن يبرد المنتج لدرجة حرارة أقل من +١٠ °م قبل التعبئة والتجميد. ولكن أحياناً تجمد المنتجات على الخط in-line مباشرة بعد المعاملة الحرارية وبعد تعبئتها ولايحدث زيادة فى عدد البكتريا الموجودة.

والتجميد على الخط in-line هام أكثر بالنسبة للأغذية التى لاتعامل حرارياً قبل التجميد.

وإنخفاض حمل الكائنات الدقيقة فى المواد المجمدة يساعد فى حفظ الغذاء بعد التيع وهذا عامل آخر يوجب وقف نمو الكائنات الدقيقة قبل التجميد.

(Hui)

وساعد التجميد على الخط in-line freeze على سرعة التجميد وعلى تجنب التأخير delay في إنسياب المنتج من التحضير الى التجميد وخلال منطقة درجة الحرارة الحرجة بالنسبة للكائنات الدقيقة.

الجفاف desiccation

أثناء عمليات التجميد يحدث بخر الماء من على سطح المادة الغذائية وينتج عن هذا فقد في كل من الجودة والوزن. وفقط يمكن تجنب هذا الفقد إذا كانت المادة الغذائية مغلفة بإحكام في مادة تعبئة لاتنفذ بخار الماء وإذا كان هناك مسافات صغيرة بين المنتج ومادة التعبئة فإن الثلج يتكون فيها.

والمجمدات ذات التصميم السيىء والمساءة الإستخدام قد تؤدي إلى فقد في الوزن حوالى ٥ – ٧٪ أما المجمدات حسنة التصميم وحسنة الإستخدام فلايزيد منها الفقد عن ٠,٥ – ١,٥٪. فإذا عرف أن تكاليف التجميد الكلية لاتزيد عن ٣ – ٥٪ من قيمة المنتج فإنه يتضح أن الفقد نتيجة الجفاف له أهميته عند مقارنة طرق التجميد المختلفة.

وهناك إرتباط بين فقد الجفاف ومعدل التجميد. والفقد في مجمدات التبريد الشديد يبلغ ٠,٢ – ١,٥٪ ويتناسب معدل البخر مع ضغط البخار وهذا يتعلق بالرطوبة النسبية على سطح المنتج التى تتأثر بالإنتشار خلال جدر الخلية (وعوامل أخرى).

وفي التجميد البطيء جداً ترتفع درجة حرارة سطح المادة الغذائية فيزيد معدل البخر وعلى ذلك فالفرق في درجة الحرارة يجب أن يكون كبيراً حتى يصبح فقد البخر أقل. وهناك عوامل تؤثر على هذا:

سماكة المنتج: ففي المنتجات السميكة تكون درجة حرارة السطح منخفضة أثناء عملية التجميد (شكل ٦).

درجة حرارة الهواء المحيط: كلما كانت درجة حرارة الهواء المحيط ambient منخفضة كلما تدرج منحنى درجة الحرارة في المنتج.

معدل إنتقال حرارة مرتفع: إن إنخفاض درجة حرارة الهواء لايكون له تأثير كبير إذا كان معدل إنتقال الحرارة منخفضاً ولذا يجب أن تكون ظروف إنتقال الحرارة مناسبة وتبدو أهمية ذلك أكثر مع المنتجات رفيعة السمك.

وهناك عدة عوامل تتعلق بالمواد البيولوجية تؤثر على مدى البخر منها طرق المناولة ودرجة حرارة وسط إنتقال الحرارة وأبعاد المنتج وغير ذلك.

والمنتجات المبتلة تولد بخار ماء بمعدل يتناسب مع الفرق في ضغط البخار عند سطح المنتج وضغطه في الهواء المحيـ . وفي المنتج الذى سطحه يكاد يكون جافاً يكون هناك مقاومة من جدر الخلايا لإنتشار البخار من داخل المنتج إلى السطح والهواء. وهذا يؤدى إلى خفض صنط البخار عند سطح المنتج.

وينخفض ضغط البخار بسرعة عند إنخفاض درجة الحرارة ومعنى ذلك أن الجفاف يكون أقل كلما كان وسط إنتقال الحرارة أبرد. وعلى ذلك فكلما إنخفضت درجة الحرارة أثناء التجميد كلما قل الفقد في الوزن (شكل٧).

ضغط بخار الماء

الضغط (ض)

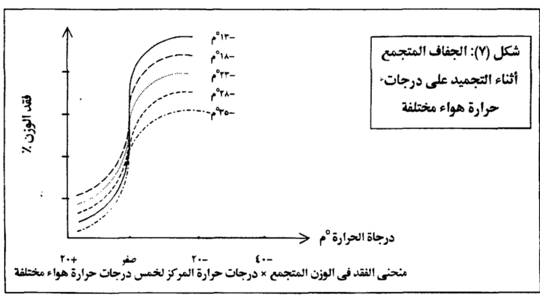
درجة الحرارة °م

فرق ض

المنتج

السماكة

شكل (٦): ميكانيزم الجفاف أثناء التجفيف



شكل (٧): الجفاف المتجمع أثناء التجميد على درجات حرارة هواء مختلفة

منحنى الفقد فى الوزن المتجمع × درجات حرارة المركز لخمس درجات حرارة هواء مختلفة

التقشيع لحماية جودة المنتج
glazing for protection of product quality

لزيادة عمر الرف للمنتج بمنع الجفاف والتغيرات التأكسدية فإنه يلجأ إلى تقشيع/تزجيج بعض المنتجات المجمدة فردياً individually frozen مثل الجمبرى وذلك بعد التجميد حيث تتحسن الجودة كثيراً لأن طبقة الثلج الرفيعة تمنع حدوث التغيرات المبينة أعلاه. ويتم التقشيع برش المنتج المجمد بماء بارد الذى يتجمد مباشرة على السطح. ولكن حتى إذا ترك المنتج المجمد على درجة حرارة منخفضة فإن درجة حرارته ترتفع بعد التقشيع مما قد يؤدى إلى تكتل clumping المنتج أثناء التخزين والتوزيع بعد ذلك. وهذا يؤدى إلى تغيرات ملحوظة فى القوام بعد التيع. ولتجنب ذلك صممت أجهزة لخفض درجة حرارة المنتج المقشع بعد التقشيع مباشرة وتستعمل هذه الأجهزة تقنية التسييل fluidization technique ولكن التسييل يجب أن يكون لطيفاً حتى لايحدث أى ضرر للسطح المقشع ومن هذه الأجهزة القشع المجمد Glaze Freeze (أنظر).

أجهزة التجميد freezing equipment

(Hui)

يمكن أن تقسم أجهزة التجميد تبعاً لأسس مختلفة:

أولاً: ١- أجهزة تجميد مدمجة integrated فى الخط in line – مستمرة.

٢- أجهزة تجميد على دفعات batch.

ثانيا: على أساس طريقة إنتقال الحرارة heat-transfer method

١- مجمدات بدفع الهواء air-blast freezers: وهى تستخدم الهواء لإنتقال الحرارة ولأن الهواء هو أهم وسط تجميد فإن مدى تصميم هذه الأجهزة أعم.

٢- مجمدات التلامس contact freezers: ويتم فيها إنتقال الحرارة بالتوصيل conduction فالسطح المبرد صناعياً يتلامس مباشرة مع المنتج أو العبوة لحمل الحرارة بعيداً. وقد يغمس المنتج فى سائل بارد – مأج brine.

٣- المجمدات شديدة البرودة cryogenic freezers: وتستخدم هذه المجمدات غازات يمكن تسييلها مثل النتروجين وثانى أكسيد الكربون لإعطاء أبخرة التى تبرد مبدئياً precool وتجمد المنتجات.

وفى تصميمات خاصة يمكن وجود إرتباطات بين طرق إنتقال الحرارة هذه.

ثالثاً: بالنسبة للمنتج يمكن تقسيم المجمدات إلى:

١- منتجات مجمدة فرد ـريعاً (ج.ف.س IQF) individually-quick-frozen.

٢- منتجات معبأة packaged products.

وأفضلها مايمكن دمجه فى خط السـ...ـة والتعبئة in line أى مستمر.

مجمدات الهواء المدفوع air-blast freezer

الهواء هو أكثر أوساط التجميد freezing medium إنتشارا ولذا فالتصميمات التى تستخدمه كثيرة. وبالرغم من أن حجرة التخزين لايجب

إعتبارها جهاز تجميد إلا أنه يحدث أحيانا إستخدامها لهذا الغرض غير أن ذلك له عيب بطء التجميد لدرجة أن جودة المنتجات تتأثر بطريقة غير مرضية ولذا يجب ألا يعمد إلى إستخدامها فى هذا الغرض إلا للضرورة.

مجمد سريع blast room/sharp freezer

المجمد السريع هو غرفة تخزين باردة تبنى خصيصا وتجهز لتعمل على درجات حرارة منخفضة بغرض التجميد وهى قد تجهز بسعة تبريد كبيرة ومراوح ولكن لايوجد ضبط control لإنسياب الهواء air flow عادة فالتجميد يكون بطيئا. ولكنها لازالت تستخدم مع بعض المنتجات ذات الحجم bulk products أحيانا مثل الذبائح (لحم البقر) ولكن ليس لمعاملة منتجات الأغذية المعاملة processed (سابقة الأعداد).

أنفاق التجميد tunnel freezers

وفيها يدور الهواء المبرد على المنتج الذى يوضع على صوانى على رفوف أو ترولى. وترتب الصوانى أو الرفوف بحيث تسمح بوجود مسافة للهواء بينها وهى تدفع إلى داخل وإلى خارج النفق إما يدويا أو بشاحنة ذات شوكة رافعة fork-lift truck. وقد تستخدم الإنفاق لتجميد الذبائح المعلقة على ناقل conveyor أو على أرفف ذات تصميم خاص.

ويمكن تجميد معظم المنتجات فى أنفاق التجميد كالخضروات الكاملة أو المكعبة أو شرائحها فى كرتونات أو غير معبأة فى طبقات سمكها ٣ - ٤مم على صوان. ولكن نظرا لأن كل نفق يصمم من حيث سعة التبريد وتدوير الهواء air circulation لمدى معين من المنتجات فانه قد لايكون صالحا للإستخدام مع غيرها فمثلا مايصلح مع الذبائح قد لايصلح مع الخضر فيزيد فقد الوزن وتتأثر الخواص الحسية وكذلك إقتصاديات التشغيل. ويقابل مرونة الأنفاق فى الإستخدام إحتياجها إلى كثير من الأيدى العاملة وزيادة الفقد فى الوزن خاصة إذا لم تستخدم جيدا.

وعموما يجب ملىء الإنفاق بالمنتجات بحيث يكون إنسياب الهواء موحدا uniform على كل المنتجات الجارى تجميدها (شكل ٨). (Eek)

أنفاق التجميد المميكنة
mechanized freezing tunnels

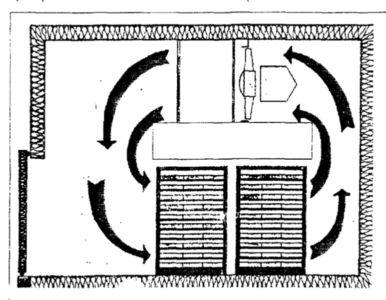
تتم الميكنة بتجهيز الرفوف بعجل ثم تدفع بنظام ايدروليكى غالبا. وهى تعرف بعدة أسماء أنفاق الدفع push-through tunnels أو المجمدات الحاملة carrier freezers أو مجمدات الصوانى التى تنزلق sliding-tray freezers. وتوضع المنتجات على صوان ترص على الترولى الذى يوجد منها صف واحد أو أثنين تدفع بعضها البعض على قضبان فى خط واحد مع خط تجميد المنتج وعندما يترك الترولى المجمد تزال منه الصوانى ويعاد مرة أخرى إلى منطقة التحميل loading station (شكل ٩).

وتوجد ملفات التبريد على الأرضية المعزولة ولها مسافات spacing صغيرة تختلف بإختلاف عمق الملفات ولكنها واسعة فى المدخل وضيقة عند الخروج مما ينتج عنه تساوى تراكم الصقيع على الملفات دون التأثير عكسيا على إنسياب الهواء.

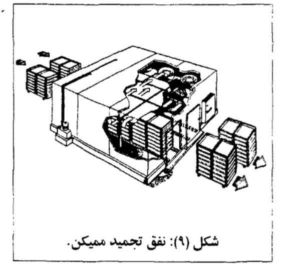
وإزالة الصقيع تتم بواسطة غاز ساخن أو سترك الأبواب مفتوحة مع تشغيل المراوح خلال الليل. وتعمل المراوح على تدوير الهواء إلى أسفل بين الملف والحائط وخلال الملف وخلال الترولى والمنتجات ثم يرتفع الهواء بجانب الحائط والمراوح مرة أخرى.

وتبلغ سعة أنفاق التجميد من عدة كيلوجرامات إلى عدة أطنان فى الساعة ويختلف زمن التجميد من عدة ساعات قليلة للخضر عير المعبأة فى طبقات رفيعة إلى ٤٨ساعة لذبائح اللحم.

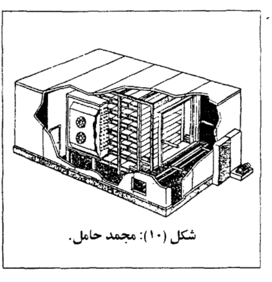
وهناك عدة تصميمات لإنتقال الترولى أو المنتجات داخل هذه الإنفاق بطريقة شبه مستمرة ويتميز عن الأنفاق غير المميكنة بإنخفاض تكاليف العمال وتحسين المرونة بالنسبة للمنتجات المختلفة حيث يمكن مناولة منتجات مختلفة على تروليات مختلفة لها أزمنة بقاء فى النفق dwell-time مختلفة (شكل ١٠).
(Eel)



شكل (٨): نفق تجميد ثابت.



شكل (٩): نفق تجميد مميكن.

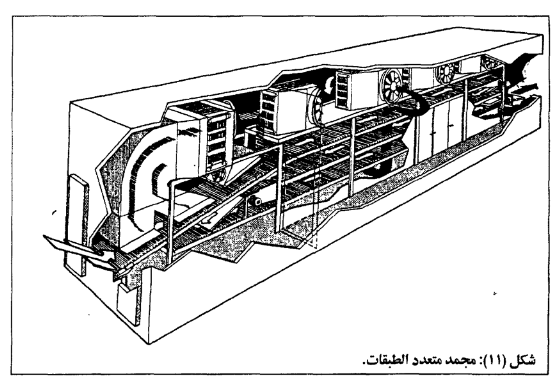


شكل (١٠): مجمد حامل.

حزام تجميد belt freezers

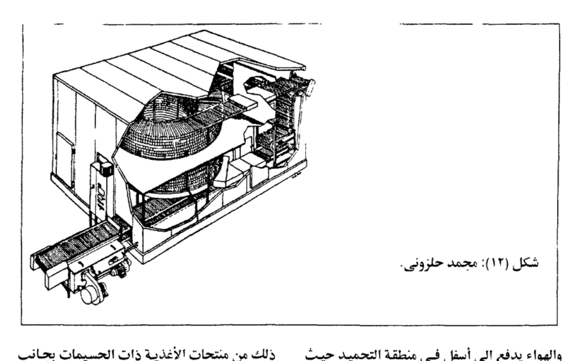
أول أحزمة التجميد كانت حزام ناقل عبارة عن سلك شبكي wire mesh في غرفة مجمد سريع مما أمكن عمل التجميد بطريقة مستمرة ولكن كان لها عيب إنخفاض إنتقال الحرارة بجانب صعوبات ميكانيكية أخرى.

أما أحزمة التجميد الأحدث فتستخدم عادة إنسياب الهواء رأسياً بدفعه خلال طبقة المنتج مما يوجد إتصالاً جيداً مع كل جسيمات المنتج بشرط توزيعه بالتساوى على سطح الحزام كله. ولتقليل المساحة التى تشغل على الأرض يمكن أن تكون الأحزمة فوق بعضها مثل فى حزام التجميد ذى الطبقات المتعددة multitier belt freezer (شكل ١١) الذى قد يتكون من ثلاث طبقات كل واحدة فوق الأخرى وحيث توضع ملفات التبريد والمراوح فوق الحزام الأعلا. وتغذى المنتجات إلى الحزام الأعلا وتتقدم إلى نهاية المجمد ثم تنقل إلى الحزام الثانى حيث تنتقل عليه إلى منطقة التغذية حيث تنتقل مرة أخرى إلى الحزام الثالث الذى يمر للمرة الثالثة خلال منطقة التجميد ثم إلى الخارج. ويمكن زيادة سمك الطبقة بالمنتج على الحزام الثانى فتقل المساحة المطلوبة.



شكل (١١): مجمد متعدد الطبقات.

وهناك الحزام الحلزونى المجمد spiral-belt freezer الذى يعطى أحسن إستخدام أو أعلا مساحة أحزمة فى مساحة أرضية معينة وفيها يوجد الحزام حول أسطوانة دائرة ويدور معها وتوضع المنتجات على الحزام خارج المجمد مع إمكان وجود نقاط مختلفة لدخول الناتج وخروجه. كما تتم عملية تنظيف وتجفيف الحزام بإنتظام خارج المجمد (شكل ١٢).



شكل (١٢): مجمد حلزونى.

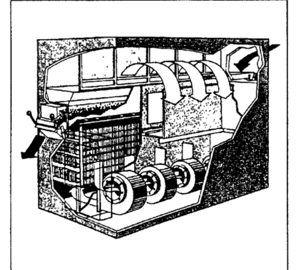
والهواء يدفع إلى أسفل فى منطقة التجميد حيث تتقدم المنتجات إلى أعلا فى إتجاه معاكس counter current مما يجعل إنتقال الحرارة ذا كفاءة عالية. وهذا الحزام الحلزونى المجمد له مرونة عالية بالنسبة لمدى المنتجات التى يمكن تجميدها فيه مثل المواد المعبأة وغير المعبأة ومثال ذلك هامبرجر اللحم وكيك السمك وفيليه السمك ومنتجات الخبيز والتى يمكن تجميدها طازجة أو معدة raw or prepared.

(Hui & Eel)

مجمد الطبقة المسيلة fluidized bed freezer

(Hui & Eel)

يستخدم هذا المجمد الهواء لكل من إنتقال الحرارة ولنقل المنتج transport فينساب المنتج خلال المجمد على طبقة cushion من الهواء البارد تحيط المنتج تماما. وقد حسنت هذه التقنية تجميد المنتجات فرديا ج.ف.س IQF و... مثل الفاكهة والخضر والجمبرى واللحم المكعب وغير ذلك من منتجات الأغذية ذات الجسيمات بجانب أن هذه الطريقة مثالية للمنتجات التى قد تميل إلى الإلتصاق ببعضها البعض. ويحدث التسييل عندما تكون الجسيمات ذات الشكل الموحد وكذلك الحجم الموحد فى طريق تيار هوائى صاعد upward air stream. فعند سرعة هواء معينة تطفو الجسيمات فى تيار الهواء وكل منها تكون منفصلة عن الأخرى ويمكن مقارنة كتلة هذه الجسيمات مع سائل fl... وإذا كانت فى وعاء/حاوية container بحيث تغذى من إحدى النهايتين مع كون النهاية الأخرى أوطأ فإن الكتلة - السائلة - تتحرك إلى النهاية الأوطأ طالما استمرت تغذية المنتج. وهذه الطريقة تتميز عن طريقة الحزام المجمد بأن المنتج دائما مجمد فرديا حتى بالنسبة للمنتجات التى قد تلتصق ببعضها البعض كما أن تغيرات التحميل لاتؤثر على عمل هذا الجهاز بحيث لايوجد هناك خطر من عدم مرور الهواء على المنتج (شكل ١٣).



شكل (١٣): مجمد الطبقة المسيلة

ويمكن عمل ارتباط بين مجمد الطبقة المسيلة مع حزام ناقل حيث يعمل المجمد على مرحلتين: منطقة تجميد القشرة crust freezing zone ومنطقة التجميد النهائية finishing freezing zone. ففى الأولى يحمل المنتج فى طبقة مسيلة تضمن كفاءة انتقال الحرارة وتجميداً سريعاً للقشرة مع فاصل بين الجسيمات. ثم ينتقل المنتج المجمد قشرته على حزام خلال منطقة التجميد الثانية (النهائية). وتبلغ أبعاد مجمد الطبقة المسيلة حوالى ٣٦١ أبعاد حزام التجميد ووجوده فى خط التجميد in-line يجعله صالحاً لتجميد الخضر والعنبات berries والفواكه الأخرى وبعض المنتجات المعاملة كالبطاطس المحمرة والجمبرى المطبوخ المقشور وكرات اللحم واللحم المكعب.

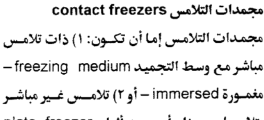
(Hui)

مجمد الكرتونات carton freezer

وهو يتكون من عدد من الرفوف الحاملة carrier shelves التى تتحرك آليا خلال منطقة التجميد وتدخل الصناديق آليا إلى المجمد على حزام ناقل مغذ. وهو يستخدم لتجميد المنتجات المعبأة packaged والموجودة داخل كرتونات وذلك مثل لحوم الدواجن ومثلوجات الألبان وغيرها.

(Eel)

مجمدات التلامس contact freezers



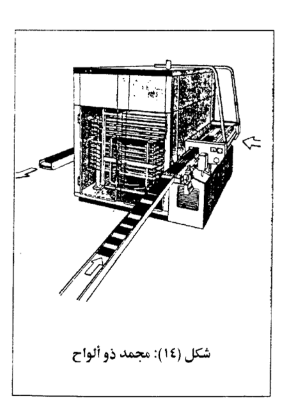
مجمدات التلامس إما أن تكون: ١) ذات تلامس مباشر مع وسط التجميد freezing medium – مغمورة immersed – أو ٢) تلامس غير مباشر بتلامسها مع حزام أو مجمد ألواح plate freezer يحتوى على وسط التجميد.

مجمدات الغمر immersion freezers

تتكون مجمدات الغمر من تنك به وسط التجميد المبرد وهذه ممكن أن تكون محاليل سكر أو ملح أو كحول فى ماء أو أى مادة غير سامة. والمنتج يغمر فى هذه المواد أو أنها ترش عليه. وقد استخدمت هذه الأجهزة لتجميد سطح الديوك الرومى والدواجن حيث يرغب فى سطح خفيف اللون. والتجميد النهائى يتم فى نفق هواء مدفوع أو أثناء التخزين المجمد ولكن هذا قد يؤثر على قلب core المنتج نتيجة التجميد البطئ. ويجب حماية المنتج من المحلول باستخدام مواد تعبئة ذات جودة عالية مع القفل seal الجيد. وتغسل بقايا المحلول بالماء بعد الخروج من المجمد.

مجمدات ذات الاتصال غير المباشر
indirect contact freezers

أكثرها انتشاراً هو المجمد ذو الألواح plate freezer حيث يضغط المنتج بين لوحين معدنيين مجوفين يوجدان رأسياً أو أفقياً مع مرور المبرد خلالهما refrigerant (شكل ١٤).



شكل (١٤): مجمد ذو ألواح

ونوع آخر يُستخدم فيه حزامان مع دوران المبرد خارجهما أو قد يستخدم حزام واحد وانتقال الحرارة في أي منها سريع مما يعطي زمن تجميد قصير بفرض أن المنتج موصل جيد للحرارة والمنتج يكون معبأ ويجب ألا تزيد سماكة العبوة عن ٥٠-٦٠ مم وأن تملأ جيداً. والضغط الذي تبديه الألواح أو الأحزمة على المنتج المعبأ يمنع الانتفاخ bulging.

مجمد الشريط band freezer

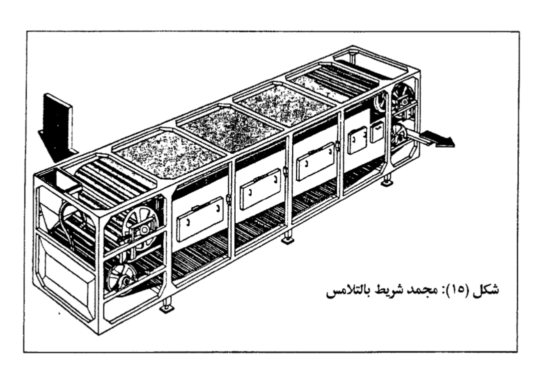
وقد يكون هناك شريط واحد أو شريطان وهذه المجمدات تصمم لغرض تجميد المنتجات الرفيعة thin وهي إما أن تكون مستقيمة straight forward أو عبارة عن اسطوانة drum (شكلي ١٥ ، ١٦).

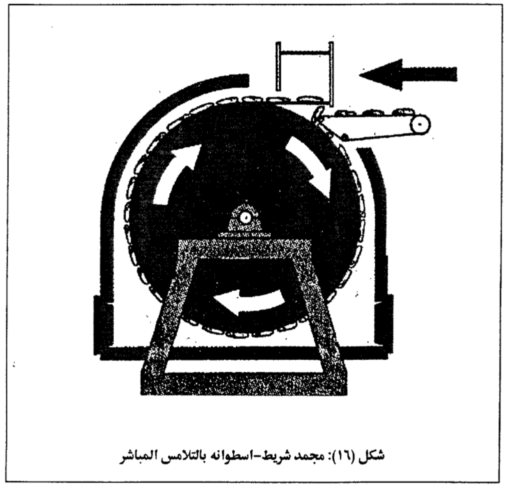
والاسطواني منها مصمم ليجمد السوائل وأشباه السوائل إلى قريصات pellets في عملية على الخط in-line.

فيشكل المنتج ويجمد بين شريطين لانهائيين من الصلب غير القابل للصدأ والشريط الأعلا مسطح flat بينما الشريط الأسفل يكون معرجاً مع اقفال seals مرنة على كل جانب ويدخل المنتج إلى الشريط المعرج عن طريق جهاز بسط spreading device ثم يتصل الشريط المسطح بالمنتج بحيث يقفل تماماً وبعد منطقة التجميد والتشكيل ينفصل الشريطان ويكون السائل قد تجمد ويمر خلال منطقة التشكيل النهائية ثم يخرج مجمداً فردياً ج.ف.س IQF.

ويستخدم محلول من جليكول وحيد البروبيلين monopropylene glycol في ماء كوسط للتجميد المتوسط intermediate freezing medium ومن المنتجات التي تجمد بهذه الطريقة هريس السبانخ وهريس الفاكهة وصفار البيض والصلصات والشوربات.

والأسطوانة إما أن تكون رأسية أو أفقية وقد يعرف هذا المجمد باسم المجمد الدوار rotary freezer.


شكل (١٥): مجمد شريط بالتلامس


شكل (١٦): مجمد شريط-اسطوانه بالتلامس المباشر

تجميد التبريد الشديد cryogenic freezing

(Miller)

تجميد التبريد الشديد له مزايا:

١- معدلات التبريد سريعة بحيث يحدث التجميد بسرعة.

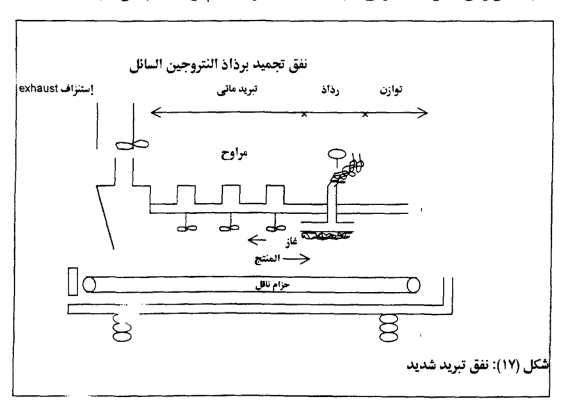
٢- يحتاج إلى مساحة أرضية صغيرة.

٣- مرن بحيث يصلح لمنتجات مختلفة مع معدل إنتاج مرتفع.

٤- إنخفاض رأس المال المستثمر فى المبدأ.

نفق تجميد التبريد الشديد
the cryogenic tunnel

هذا النفق هـو مبـادل حـرارى ذو إتجـاه عكسـى counter-current heat exchanger بيـن المنتج الغذائى والمبرد الشديد cryogen فينتقل المنتج على حزام ناقل خلال النفق المعزول جيداً والمصنوع من الصلب غير القابل للصدأ أو أى مادة أخرى تتلاءم مع الغذاء (شكل ١٧).



شكل (١٧): نفق تبريد شديد

أسس العملية principles of operation:

ينقسم النفق إلى ٣ مناطق تبريد:

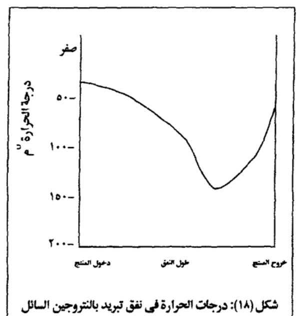
١) منطقة الرش spray zone: فى هذه المنطقة يـرش النـتروجين السـائل مـن فوهـات تذريـر atomizing nozzles على سطح المنتج بالقرب مـن مخـرج المنتـج مـن النفـق. وعندمـا يمتـص النتروجين السائل للحرارة من سطح المنتج فإنـه يتبخر إلى غاز نتروجين بارد.

٢) منطقة التبريد المبدئى/الأولى precool: يمـرر الغـاز البـارد مـن منطقـة الـرش عكسـياً counter-current لمرور المنتج بحيـث يحدث تـبريد أولى للمنتج وترتفع درجة حـرارة الغاز ويخـرج إلى الجـو

عند مدخل المنتج وتستخدم مراوح لتحريك الغاز وخلطه أثناء مروره فى النفق.

التساوى equilibration: بعض الإنفاق بها منطقة قصيرة بعد منطقة الرش لتسمح بتوصيل الحرارة من مركز المنتج الغذائى إلى القشرة crust المتكونة على السطح والتى تكون أكثر برودة بكثير والتى تنتج فى مرحلة الرش. ولكن يستمر التساوى بعد الخروج من النفق فى عبوة الغذاء وفى التخزين التجميدى بعد التجميد.

ويحدث ٦٠٪ من التبريد بغليان النتروجين السائل على -١٩٦°م فى منطقة الرش إلى غاز نتروجين على نفس درجة الحرارة. أما الـ ٤٠٪ الباقية فيحصل عليها من إنتقال الحرارة إلى الغاز البارد. ومعدل إنتقال الحرارة هو حوالى ١٠٠ - ١٤٠ وات/متر^٢^/ك $W\ m^{-2}\ K^{-1}$ فى منطقة الرش، حوالى ٤٠ - ٦٠ وات/متر^٢^/ك $W\ m^{-2}\ K^{-1}$ فى منطقة الغاز (شكل ١٨).



شكل (١٨): درجات الحرارة فى نفق تبريد بالنتروجين السائل

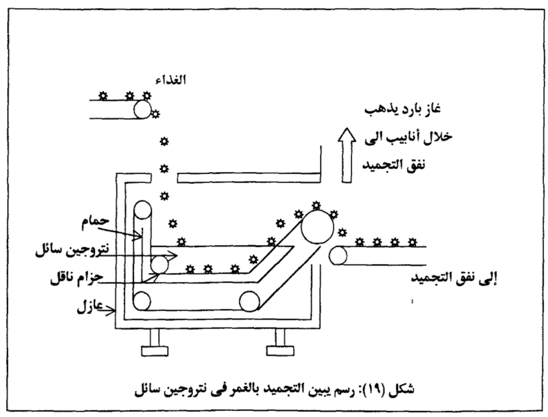
ومعدلات إنتقال الحرارة هذه مع الفرق الكبير فى درجات الحرارة مابين المبرد refrigerant والمنتج تعطى قدرة إنتقال حرارة تبلغ ٣-٤ مرات أكبر من المجمدات ذات الهواء المدفوع التقليدية.

ويستفاد من نفق التجميد بالتبريد الشديد فى تجميد المنتجات الغذائية التى لها نسبة سطح إلى حجم عالية مثل حزة السمك fish fillet والأسماك الصدفية shellfish والفطائر pastries والبرجرات burgers وشرائح اللحم والسجق والبيتزا والمنتجات المكعبة والمبشوقة. ويمكن الإستفادة منه فى إنتاج قشرة صلدة hard crust على منتج طرى للسماح بالمناولة والمعاملة مثل عمل شرائح ومن أمثلة ذلك المثلوجات اللبنية والباكون والجاتو والسالمون. وهو يسمح بإنتاج المواد المجمدة فردياً ولكن تلك التى لها سطوح مبتلة قد تكون كتلاً أو تلتصق بحزام التجميد وذلك مثل الفواكه والخضر المسلوقة blanched والأسماك الصدفية سواء طازجة أو مطبوخة. وفى هذه الحالة تستخدم طريقة التجميد بالغمر فى النتروجين السائل.

التجميد بالغمر فى النتروجين السائل
freezing by immersion in liquid nitrogen

فى إنتاج الأغذية المجمدة فردياً ج.ف.س IQF يلزم الحصول على: ١) قطع مجمدة فرديا بحيث لايحتاج الأمر إلى فصلها. ٢) إحداث أقل ضرر فى المنتج نتيجة التبريد الشديد. ٣) إمكان معاملة مواد منتظمة أو غير منتظمة الشكل. ويصلح الجهاز

المبين في الشكل (١٩) لهذا الغرض. وهو مصنع من الصلب غير القابل للصدأ وتمر المنتجات الغذائية في النتروجين السائل على -١٩٦ °م وينقل حزام ناقل المنتجات التي جمدت قشرتها crust frozen من النتروجين السائل الذي يحتفظ به عند مستوى ثابت. ويعمل غليان السائل على إيجاد تقلبات turbulence فيه مما يساعد على فصل قطع المنتج مع تجمد سطحها. ويتحكم في وقت بقاء الغذاء في النتروجين السائل بالتحكم في سرعة حزام النقل وهذا هام حتى لايحدث فوق تجميد over-freezing الذي قد يصحبه تشقق في بعض المنتجات.



شكل (١٩): رسم يبين التجميد بالغمر في نتروجين سائل

وعملية التجميد الكلية تتكون عادة من جزء من المجمد بالغمر وحزام مجمد الذي يستقبل المنتج المجمد القشرة crust frozen product من المجمد بالغمر فيستمر التجميد ولكنه بمعدل أبطأ. والغاز الناتج من المجمد بالغمر ينقل إلى الحزام المجمد في إتجاه إنسياب المنتج أي أن تبادل الحرارة هو إنسياب موازٍ co-current. ويسمح إستخدام جزئين مجمدين بإستخدام سرعتين مختلفتين في كل منهما بحيث يمكن إستخدام سرعة أبطأ كثيراً في جزء الحزام المجمد مع رص المنتج stacking of product.

نفق التجميد الدوار للمنتجات المجمدة فرديا
rotary tunnel IQF products

وهو يوفر في مساحة الأرضية المستخدمة وكذلك في إستخدام النتروجين السائل. فعندما تدخل المنتجات الغذائية للنفق فإنها تبرد برشاشات من

سائل النتروجين مسببة تكون القشرة المجمدة crust freezing of the product للمنتج ويعمل ميل النفق ودورانه على تقليب المنتج خلال الأسطوانة ويساعد على ذلك الغاز الناتج من النتروجين السائل الذى يغلى. وعند المخرج يفصل مابين الغاز والمنتج وإنتقال الحرارة هنا أيضا فى إتجاه مواز وهو يصلح مع اللحم المفروم واللحم المكعب مطبوخا أو غير مطبوخ وكذلك الخضر المكعبة.

وتستخدم طريقة التجميد بالغمر بالغمر فى تجميد السوائل فرديا IQF freezing of liquids حيث يمكن عمل قطرات drops من السائل. مثل صفار البيض أو البيض الكامل وذلك لتحسين معدل التجميد كما يمكن إستخدامه مع مثلوجات الألبان أو مزارع الكائنات الدقيقة كما يمكن تجميد الكريمة بهذه الطريقة.

ويمكن فى جهاز يسمى cryostream تجميد السوائل بطريقة غير مباشرة indirect وهو يتكون من أسطوانة من الصلب غير القابل للصدأ والمبردة على سطحها الداخلى بواسطة غاز نتروجين بارد دوار ومقلب recirculating turbulent flow of cold N_2 gas والذى يبرده رشاش من نتروجين سائل الذى يتبخر إلى غاز نتروجين سائل. ويقع المنتج السائل على سطح الأسطوانة كقطيرات droplets ويزال بعد فترة من دورة واحدة single rotation كمنتج مجمد وسماكة الأسطوانة تكون بحيث تسمح بتخزين مبرد (بحيث يكون معدل التبريد الأصلى مثل slumming technique).

وإنتقال الحرارة إلى الغاز الدوار يكون مستمرا وبعد إزالة المنتج يعاد تبريد الجزء الباقى من الدورة الواحدة. وبالتحكم فى دوران الأسطوانة ودرجة الحرارة الداخلية وجزء الأسطوانة المستخدم فى التجميد والمنتج يحصل على معدل التبريد المرغوب وكذلك درجة حرارة المنتج ويتم التجميد فى ثوان (٤ – ٧ ثوان مثلا).

ويعطى الجدول (١) خواص بعض المبردات الشديدة.

جدول (١): خواص بعض المبردات الشديدة properties of some cryogenic refrigerants.

الخاصية			المبرد الشديد	
			نتروجين سائل	ثانى أكسيد كربون سائل
نقطة الغليان °م			-١٩٥,٤	-٧٨,٦
الحرارة النوعية للبخار	كيلوجول/كجم.ك	KJ/kg.K	١,٠٣	٠,٨٣٧
حرارة التبخر	كيلوجول/كجم	KJ/kg	١٩٩	٥٧٣
إزالة الحرارة عند -١٨°م	كيلوجول/كجم	KJ/kg	٣٨٤	٦٢٣

(Hui)

ويخزن ثانى اكسيد الكربون السائل تحت ضغط عال. فتحت الضغط الجوى يوجد ك أ٢ على هيئة صلبة أو غازية. وعندما يخرج السائل إلى الجو فإن ٥٠٪ منه تصبح ثلجا جافا على هيئة ثلج snow، ٥٠٪ على هيئة بخار vapor وكلاهما على درجة حرارة (-٧٩°م). ويقترب حقن ك أ٢ السائل للمنتج أكثر من حالة إستخدام النتروجين السائل لأن الثلج الجاف الناتج يحتاج بعض الوقت ليتسامى محدثا التبريد.

وتختلف مجمدات التبريد الشديد عن المجمدات الأخرى فى أنها لاتتصل بأى مصنع تبريد بل يشحن السائل المبرد الشديد - نتروجين أو ثانى أكسيد كربون - إلى مصنع التجميد فى أوعية ضغط معزولة جيدا ولما كان هذا المبرد الشديد cryogen يستهلك فإن المقدار المستهلك إذا زاد يزيد من تكاليف التجميد ولذا فإن الشيء المثالى هو إمكان قياس النتروجين السائل مثلا عند إستخدامه كما يقاس الماء أو الكهرباء ويناقش ولهوفت Wilhoft هذه النقطة والصعاب المحيطة بها ويقترح طريقة لتحقيقها. ويقول أنه يجب التخلص من الغاز تماما وإلا نتجت مشاكل صحية وأمانية وهو يعطى عدة عوامل تؤثر على إستهلاك المبرد الشديد منها:١- طول النفق ويفضل النفق القصير مع إتساعه ليسع حزاما عرضه ٤٨ بوصة. ٢- عدم تغطية الحزام بالمنتج جيدا . ٣- نوعية تجميد المنتج. ٤- عدم إدخال المواد المسلوقة أو المطبوخة قبل تبريدها. ٥- إدخال هواء كثير مع المبرد مما ينخفض من معدل إنتقال الحرارة. ٦- إنسداد الفوهات. ٧- إخراج الغازات المستخدمة بسرعة زائدة . ٨- فقد العزل نتيجة نفاذ الماء. ٩- عدم التخلص من الماء بعد عملية غسيل النفق. ١٠- فترات إنتاج قصيرة . ١١- فترات انتظار عديدة أو طويلة لايحدث منها إدخال للمنتج ليتم تجميده. وغير ذلك مثل دخول رطوبة الجو إلى النفق والتى تترسب كضباب. (Wilhoft)

الخواص الديناميكية الحرارية
thermodynamic properties
(Hui)

إن التغيرات فى تكوين وتركيب composition & structure الأغذية تؤثر على الخواص الحرارية لمنتجات الأغذية. وأثناء التخزين تكون أهم العوامل هى الخواص الكيماوية والفيزيقية والزمن ودرجة الحرارة. ويختلف تركيب المنتج الغذائى مع النوع species وظروف النمو والعمر والتغذية feed والحصاد والذبح والصيد والمناولة والمعاملة processing وكذلك تبعا لظروف التخزين وكل هذه العوامل تؤثر على الخواص الحرارية.

وعلى ذلك فإن قيم الخواص الحرارية يجب أن تؤخد على أنها تقديرات وليست قيما مطلقة وكلما فصلت ظروف المنتج الغذائى كلما كانت هذه القيم أدق. كذلك فإن طرق تقدير هذه الخواص الحرارية قد تؤثر على هذه القيم. وهناك بروجرامات للحاسوب الآن لتقدير الخواص الفيزيقية الحرارية من مواصفات المنتج مثل تركيبه الكيماوى ودرجة الحرارة والكثافة. وقيم الحرارة النوعية والحرارة الكامنة للتجميد fusion كثيرا ماتحسب من نسبة الماء فى الناتج كماهو الحال فى الجداول المرفقة (٢) وقيم محتويات الماء فى

هذه الجداول هى متوسطات لكل منتج. وتختلف محتويات الماء فى الفاكهة والخضر مع طور النمو أو النضج عند الحصاد ومع النوع species ومع ظروف النمو وظروف التخزين بعد الحصاد. والقيم فى هذه الجداول هى لمنتجات ناضجة mature بعد وقت قصير من الحصاد. أما بالنسبة للحوم فإن قيم محتويات الماء فهى إما عند الذبح أو بعد التعتيق aging. ولكن فى الحقيقة فإن محتوى الماء يختلف كثيرا ليس فقط بين الحيوانات المختلفة ولكن أيضا من عضلة إلى أخرى فى نفس الحيوان وبالنسبة للأغذية المعاملة فإن نسبة الماء تتوقف على نوع المعاملة.

ودرجات التجمد فى هذه الجداول مبنية على تجارب برد فيها المنتج ببطء حتى حدث التجمد. وبالنسبة للخضر والفاكهة فإن أعلا درجة حرارة تجمد عندها المنتج هى التى تظهر فى الجداول إما بالنسبة للمنتجات الغذائية الأخرى فدرجات الحرارة المعطاة هى متوسطات درجات حرارة التجمد.

وبالنسبة للحرارة النوعية فيجب التذكر أنها دالة لدرجة الحرارة والقيم فى هذه الجداول هى لدرجة الصفر المئوى. وفى المنتج الغذائى غير المجمد تكون الحرارة النوعية أقل قليلا كلما إرتفعت درجة الحرارة أما فى الأغذية المجمدة فإن هناك تغيرا كبيرا كلما إنخفضت درجة الحرارة تبعا للتغير فى التكوين خاصة محتوى المياه. وعند حساب الحرارة النوعية لمنتج مجمد يفترض أن الماء قد تجمد إلى ثلج وأن الحرارة النوعية فى هذه الحالة هى للثلج ولكن هذا غير صحيح تماما لأنه فى تجمد معظم الأغذية فإن تحول الماء الى ثلج هو عملية تدريجية تحدث على مدى واسع من درجات الحرارة. وكلما إنخفضت عن نقطة التجمد الأصلى initial freezing point تزيد كمية الماء المتجمدة، والكمية تزداد كثيرا أولا ثم بعد ذلك ببطء أكثر. نسبة الثلج فى أى غذاء مجمد تتوقف كثيرا على درجة الحرارة. ولما كانت الخواص الفيزيقية للثلج والماء تختلف كثيرا فإن كثيرا من خواص الأغذية يتحكم فيها محتوى الثلج ومعدل التغير فيه مع درجة الحرارة أو الضغط. فمثلا المحتوى الحرارى للكتلة النوعية specific enthalpy والكثافة density والسعة الحرارية النوعية ومعامل التمدد التكعيبى cubical expansion عند ضغط ثابت (التمددية expansivity) والإنضغاطية عند درجة حرارة ثابتة isothermal compressibility تعتمد كثيرا على معدل التغير فى نسبة الثلج مع درجة الحرارة أو الضغط. وعلى ذلك فإن فهم التوازن مابين الثلج والماء فى منتج غذائى مجمد هو أساس فى فهم خواصه الفيزيقية الحرارية. (Miles)

وبالنسبة للحرارة الكامنة للإنصهار (التجمد) fusion فى هذه الجداول فهى قد لاتخلو من الخطأ نظرا لأنها لاتأخذ فى الإعتبار بالنسبة للتكوين الكيماوى إلا محتوى الماء. أى أنها ناتج ضرب حرارة إنصهار (تجمد) الماء فى نسبة الماء. وفيمايلى تعريفات الخواص الحرارية: (Hui)

محتوى الماء: كتلة الماء فى المنتج مقسومة على الكتلة الكلية معبرا عنها بنسبة مئوية.

متوسط نقطة التجمد: درجة الحرارة المئوية التى عندها تكون حالتا السائل والصلب فى المنتج فى حالة توازى.

الحرارة الكامنة: كمية الحرارة اللازمة لتحويل كيلوجرام واحد من السائل إلى صلب مع عدم تغير درجة الحرارة ومعبراً عنها بالكيلوجول/كجم KJ/kg.

الحرارة النوعية: كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة ١كجم من المنتج الغذائى درجة واحدة مئوية معبراً عنها بالكيلوجول/كجم.°م KJ/kg.°C

حرارة التنفس: كمية الحرارة التى تنتج من المنتج فى ٢٤ ساعة معبراً عنها بالكيلو جول/٢٤ ساعة/كجم KJ/24 h/kg.

جدول (٢): نسبة الرطوبة والخواص الحرارية لبعض الأغذية ومنتجاتها. (Hui)

إسم الغذاء		نسبة الرطوبة (٪)	أعلا درجة تجمد (°م)	الحرارة النوعية (كيلوجول/كجم.°م)		الحرارة الكامنة للإنصهار (كيلوجول/كجم)
عربى	انجليزى			فوق التجمد	تحت التجمد	
خضر						
باذنجان	eggplant	٩٣	-٠,٨	٤,٠٠	٢,٠١	٣١٢
باميا	okra	٩٠	-١,٨	٣,٩٣	١,٩٧	٣٠٢
بروكولى	broccoli	٩٠	-٠,٦	٣,٩٣	١,٩٧	٣٠٢
بسلة جافة	peas, dried	١٢	-	١,٩٧	٠,٩٩	٤٠
بسلة خضراء	peas, green	٧٤	-٠,٦	٣,٥٣	١,٧٧	٢٤٨
بصل جاف	onions, dry	٨٨	-٠,٨	[illegible]	١,٩٥	٢٩٥
بصل أخضر	onions, green	٨٩	-٠,٩	٣,٩٠	١,٩٦	٢٩٨
بطاطا	sweet potatoes	٦٩	-١,٣	٣,٤٠	١,٧١	٢٣١
بطاطس (مبكرة)	potatoes, early	٨١	-٠,٦	٣,٧٠	١,٨٦	٢٧١
بطاطس (محصول رئيسى)	potatoes, main crop	٧٨	-٠,٦	٣,٦٣	[illegible]	٢٦١
بقدونس	parsley	٨٥	-١,١	٣,٨٠	١,٩١	٢٨٥
بنجر، الجذور	beets, roots	٨٨	-١,١	٣,٨٨	١,٩٥	٢٩٥
ثوم	garlic	٦١	-٠,٨	٣,٢٠	١,٦١	٢٠٤
جزر، الجذور	carrots, roots	٨٨	-١,٤	٣,٨٨	١,٩٥	٢٩٥
جزر أبيض	parsnips	٧٩	-٠,٩	٣,٦٥	١,٨٤	٢٦٥
حرف/قرة العين	watercress	٩٣	-٠,٣	٤,٠٠	٢,٠١	٣١٢
خرشوف	artichoke, globe	٨٤	-١,٢	٣,٧٨	١,٩٠	٢٨١
خرشوف	artichoke, Jerusalem	٨٠	-٢,٥	٣,٦٨	١,٨٥	٢٦٨

تابع (جدول ٢)

إسـم الغـذاء		نسبة الرطوبة (٪)	أعلا درجة تجمد (°م)	الحرارة النوعية (كيلوجول/كجم.°م)		الحرارة الكامنة للإنصهار (كيلوجول/كجم)
عربى	انجليزى			فوق التجمد	تحت التجمد	
خس	lettuce	٩٥	-٠,٢	٤,٠٦	٢,٠٤	٣١٨
خيار	cucumber	٩٦	-٠,٥	٤,٠٨	٢,٠٥	٣٢٢
ديوسقوريا/انيام/يام	yam	٧٤	-	٣,٥٣	١,٧٧	٢٤٨
ذرة سكرية	corn, sweet	٧٤	-٠,٦	٣,٥٣	١,٧٧	٢٤٨
راوند	rhubarb	٩٥	-٠,٩	٤,٠٦	٢,٠٤	٣١٨
زنجبيل، ريزومات	ginger rhizomes	٨٧	-	٣,٨٥	١,٩٤	٢٩١
سبانخ	spinach	٩٣	-٠,٣	٤,٠٠	٢,٠١	٣١٢
سلسفيل/تومى/لحية التيس	salsify	٧٩	-١,١	٣,٦٥	١,٨٤	٢٦٥
عش الغراب	mushroom	٩١	-٠,٩	٣,٩٥	١,٩٩	٣٠٥
طماطم كاملة النمو خضراء	tomato, mature green	٩٣	-٠,٦	٤,٠٠	٢,٠١	٣١٢
طماطم ناضجة	tomato, ripe	٩٤	-٠,٥	٤,٠٣	٢,٠٢	٣١٥
فاصوليا مجففة	beans, dried	١١	-	١,٩٥	٠,٩٨	٣٧
فاصوليا خضراء	beans, srap	٨٩	-٠,٧	٣,٩٠	١,٩٦	٢٩٨
فاصوليا ليما	beans, lima	٦٧	-٠,٦	٣,٣٥	١,٦٨	٢٢٤
فجل	radish	٩٥	-٠,٧	٤,٠٦	٢,٠٤	٣١٨
فجل الخيل	horse radish	٧٥	-١,٨	٣,٥٥	١,٧٩	٢٥١
فلفل مجفف	peppers, dried	١٢	-	١,٩٧	٠,٩٩	٤٠
فلفل حلو	peppers, sweet	٩٢	-٠,٧	٣,٩٨	٢,٠٠	٣٠٨
قرع عسلى	pumpkin	٩١	-٠,٨	٣,٩٥	١,٩٩	٣٠٥
قنبيط	cauliflower	٩٢	-٠,٨	٣,٩٨	٢,٠٠	٣٠٨
كرات مصرى	leek	٨٥	-٠,٧	٣,٨٠	١,٩١	٢٨٥
كرفس	celery	٩٤	-٠,٥	٤,٠٣	٢,٠٢	٣١٥
كرفس لفتى	celeriac	٨٨	-٠,٩	٣,٨٨	١,٩٥	٢٩٥
كرنب متأخر	cabbage, late	٩٢	-٠,٩	٣,٩٨	٢,٠٠	٣٠٨
كرنب أبو ركبه	kholrabi	٩٠	-١,٠	٣,٩٣	١,٩٧	٣٠٢
كرنب بروكسل	Brussels sprouts	٨٥	-٠,٨	٣,٨٠	١,٩١	٢٨٥
كرنب لارؤيسى	kale	٨٧	-٠,٥	٣,٨٥	١,٩٤	٢٩١
كوسة/قرع شتاء	squash, winter	٨٥	-٠,٨	٣,٨٠	١,٩١	٢٨٥
كوسة/قرع صيف	squash, summer	٩٤	-٠,٥	٤,٠٣	٢,٠٢	٣١٥

تابع (جدول ٢)

إسم الغذاء عربى	إسم الغذاء انجليزى	نسبة الرطوبة (٪)	أعلا درجة تجمد (°م)	الحرارة النوعية (كيلوجول/كجم.°م) فوق التجمد	الحرارة النوعية (كيلوجول/كجم.°م) تحت التجمد	الحرارة الكامنة للإنصهار (كيلوجول/كجم)
لفت	turnip	٩٢	١,١-	٣,٩٨	٢,٠٠	٣٠٨
لفت، الجزء الأخضر	turnip greens	٩٠	٠,٢-	٣,٩٣	١,٩٧	٣٠٢
لفت سويدى	rutabaga	٨٩	١,١-	٣,٩٠	١,٩٦	٢٩٨
هليون	aspargus	٩٣	٠,٦-	٤,٠٠	٢,٠١	٣١٢
هندباء	endive (escarole)	٩٣	٠,١-	٤,٠٠	٢,٠١	٣١٢
	collards	٨٧	٠,٨-	٣,٨٥	١,٩٤	٢٩١
فاكهـــة						
الآس	blueberry	٨٢	١,٦-	٣,٧٣	١,٨٧	٢٧٥
أفوكادو	avocado	٦٥	٠,٣-	٣,٣٠	١,٦٦	٢١٨
أناناس	pineapple	٨٥	١,٠-	٣,٨٠	١,٩١	٢٨٥
برتقال	orange	٨٧	٠,٨-	٣,٨٥	١,٩٤	٢٩٢
برقوق فى مصر/خوخ فى الشام	plum	٨٦	٠,٨-	٣,٨٣	١,٩٢	٢٨٨
بطيخ/دلاع/حبحب/خريز	watermelon	٩٣	٠,٤-	٤,٠٠	٢,٠١	٣١٢
بلح	date, cured	٢٠	١٥,٧-	٢,١٧	١,٠٩	٦٧
تفاح، مجفف	apple, dried	٢٤	-	٢,٢٧	١,١٤	٨٠
تفاح، طازج	apple, fresh	٨٤	١,١-	٣,٧٨	١,٩٠	٢٨١
توت شوكى (عليق)	blackberry	٨٥	٠,٨-		١,٩١	٢٨٥
توت العليق	raspberry	٨١	٠,٦-	٣,٧٠	١,٨٦	٢٧١
تين مجفف	fig, dried	٢٣	-	٢,٢٥	١,١٣	٧٧
تين طازج	fig, fresh	٧٨	٢,٤-	٣,٦٣	١,٨٢	٢٦١
تمر الجنة	grapefruit	٨٩	١,١-	٣,٩٠	[illegible]	٢٩٨
خوخ، مجفف	peach, dried	٢٥	-	٢,٣٠	١,١٦	٨٤
خوخ، طازج	peach, fresh	٨٩	٠,٩-	٣,٩٠	١,٩٦	٢٩٨
رحيقانى/زليق/خوخ أملس	nectarine	٨٢	٠,٩-	٣,٧٣	١,٨٧	٢٧٥
رمان	pomegranate	٨٢	٣,٠-	٣,٧٣	١,٨٧	٢٧٥
زبيب	raisin	١٨	-	٢,١٢	١,٠٧	٦٠
زيتون	olive	٧٥	١,٤-	٣,٥٥	١,٧٩	٢٥١
سفرجل	quince	٨٥	٢,٠-	٣,٨٠	١,٩١	٢٨٥

تابع (جدول ٢)

الحرارة الكامنة للإنصهار (كيلوجول/كجم)	الحرارة النوعية (كيلوجول/كجم.°م)		أعلا درجة تجمد (°م)	نسبة الرطوبة (٪)	إسم الغذاء	
	تحت التجمد	فوق التجمد			انجليزى	عربى
٢٧٥	١,٨٧	٣,٧٣	٢,١-	٨٢	grape, Vinifera	عنب
٢٧٥	١,٨٧	٣,٧٣	١,٦-	٨٢	grape, American	عنب أمريكى
٢٩٨	١,٩٦	٣,٩٠	١,١-	٨٩	gooseberry	عنب الثعلب/كشمش شائك
٣٠٢	١,٩٧	٣,٩٣	٠,٨-	٩٠	strawberry	فراولة
٣٠٨	٢,٠٠	٣,٩٨	١,٢-	٩٢	cantaloupe	قاوون
٣١٢	٢,٠١	٤,٠٠	١,١-	٩٣	melon, casaba	قاوون شبكى أملس
٣١٢	٢,٠١	٤,٠٠	٠,٩-	٩٣	melon, honeydew	قاوون عسل
٣١٢	٢,٠١	٤,٠٠	٠,٨-	٩٣	melon, Persian	قاوون فارسى
٣١٢	٢,٠١	٤,٠٠	١,١-	٩٣	melon, Casaba	قاوون كرنشو
٩٤	١,١٩	٢,٣٧	-	٢٨	prunes	قراصيا
٢٩١	١,٩٤	٣,٨٥	٠,٩-	٨٧	cranberry	قمام المناقع/أويسة
٢٦١	١,٨٢	٣,٦٣	٢,٢-	٧٨	persimmon	كاكى/خرمسى
٢٨١	١,٩٠	٣,٧٨	١,٧-	٨٤	cherry, sour	كريز، حامضى
٢٦٨	١,٨٥	٣,٦٨	١,٨-	٨٠	cherry, sweet	كريز، حلو
٢٨٥	١,٩١	٣,٨٠	١,٠-	٨٥	currants	كشمش
٢٧٨	١,٨٩	٣,٧٥	١,٦-	٨٣	pear	كمثرى
٢٩٨	١,٩٦	٣,٩٠	١,٤-	٨٩	lemon	ليمون أضاليا
٢٨٨	١,٩٢	٣,٨٣	١,٦-	٨٦	lime	ليمون بنزهير
٢٧١	١,٨٦	٣,٧٠	٠,٩-	٨١	mango	مانجو
٢٨٥	١,٩١	٣,٨٠	١,١-	٨٥	apricot	مشمش
٢٥١	١,٧٩	٣,٥٥	٠,٨-	٧٥	banana	موز
٢٩١	١,٩٤	٣,٨٥	١,١-	٨٧	tangerine	يوسفى/مندرين
						لحم البقــــر
١٦٤	١,٤٦	٢,٩٠	١,٧-	٤٩	carcass (60% lean)	ذبيحة (٦٠٪ لحم أحمر)
١٥١	١,٤١	٢,٨٠	٢,٢-	٤٥	carcass (54% lean)	ذبيحة (٥٤٪ لحم أحمر)
٢٢٤	١,٦٨	٣,٣٥	-	٦٧	round, retail cut	الفخذ، قطعة منه للمستهلك
١٨٨	١,٥٥	٣,٠٨	-	٥٦	sirloin, retail cut	الفخذ، والوش قطعة للمستهلك
١٦١	١,٤٤	٢,٨٨	-	٤٨	dried, chipped	مجفف مقطع

تابع جدول ١٢

الحرارة الكامنة للإنصهار (كيلوجول/كجم)	الحرارة النوعية (كيلوجول/كجم.°م)		أعلا درجة تجمد (°م)	نسبة الرطوبة (٪)	إسم الغذاء	
	تحت التجمد	فوق التجمد			انجليزى	عربى
٢٣٥	١,٧٢	٣,٤٣	١,٧-	٧	liver	الكبد
٢٢١	١,٦٧	٣,٣٣	-	٦٦	veal carcass (81% lean)	لحم العجل، ذبيحة(٨١٪ لحم أحمر)
					لحم ضـــانى (حمل)	
٢٠٤	١,٦١	٣,٢٠	١,٩-	٦١	composite of cuts (61% lean)	عدة قطعيات (٦١٪ لحم أحمر)
٢١٨	١,٦٦	٣,٣٠	-	٦٥	leg (83% lean)	رجل (٨٣٪ لحم أحمر)
					الخنزيـــــر	
٦٤	١,٠٨	٢,١٥	-	١٩	bacon	باكون
١٠١	١,٢٢	٢,٤٢	-	٣٠	bellies (33% lean)	بطون (٣٣٪ لحم أحمر)
٢٧	٠,٩٤	١,٨٧	-	٨	back fat (100% fat)	دهن الظهر (١٠٠٪ دهن)
١٢٤	١,٣١	٢,٦٠	-	٣٧	carcass (47% lean)	ذبيحة (٤٧٪ لحم أحمر)
١٨١	١,٥٢	٣,٠٣	-	٥٤	sausage Polish style	سجق بولندى
١٦٨	١,٤٧	٢,٩٣	٣,٩-	٥٠	sausage, country style, smoked	سجق ريفى مدخن
١٢٧	١,٣٢	٢,٦٢	-	٣٨	sausage links or bulk	سجق "متصل" أو سائب
١٨٨	١,٥٥	٣,٠٨	١,٧-	٥٦	sausage frankfurters	سجق فرانكفورت
١٩١	١,٥٦	١٠	-	٥٧	ham, light cure	فخد خنزير معالج خفيفا/جانبون
١٤١	١,٣٧	٢.٧٢	-	٧٢	ham, country style	فخد خنزير معالج بالطريقة الريفية
١٨٨	١,٥٥	٣,٠٨	١,٧-	٥٦	ham (74% lean)	فخد خنزير (٧٤٪ لحم أحمر)
١٦٤	١.٤٦	٢,٩٠	٢,٢-	٤٩	shoulder (67% lean)	الكتف (٦٧٪ لحم أحمر)
					الدواجـــن	
٢٣١	١,٧١	٣,٤٠	-	٦٩	duck	بط
٢٩٥	١,٩٥	٣,٨٨	٠,٦-	٨٨	egg white	بيض، بياض
٣٠	٠,٩٥	١.٩٠	-	٩	egg white, dried	بيض، بياض مجفف
١٧١	١,٤٨	٢,٩٥	٠,٦-	٥١	egg yolk	بيض، صفار
١٧١	١,٤٨	٢,٩٥	٣,٩-	٥١	egg, yolk sugared	بيض، صفار بالسكر
١٦٨	١,٤٧	٢,٩٣	١٧,٢-	٥٠	egg, yolk salted	بيض، صفار بالملح
١٣	٠,٨٩	١,٧٧	-	٤	egg, whole dried	بيض كامل مجفف

تابع (جدول ٢)

إسم الغذاء		نسبة الرطوبة (٪)	أعلا درجة تجمد (°م)	الحرارة النوعية (كيلوجول/كجم.°م)		الحرارة الكامنة للإنصهار (كيلوجول/كجم)
عربى	انجليزى			فوق التجمد	تحت التجمد	
بيض كامل طازج	egg, whole fresh	٧٤	٠,٦-	٣,٥٣	١,٧٧	٢٤٧
ديك رومى	turkey	٦٤	–	٣,٢٨	١,٨٥	٢١٤
فراخ	chicken	٧٤	٢,٨-	٣,٥٣	١,٧٧	٢٤٨
سمك كامل						
تونا	tuna	٧٠	٢,٢-	٣,٤٣	١,٧٢	٢٣٥
الحُدُق، قُد	hadelock, cod	٧٨	٢,٢-	٣,٦٨	١,٨٥	٢٦٨
راقود	halibut	٧٥	٢,٢-	٣,٥٥	١,٧٩	٢٥١
رنجة مدخنة	herring, smoked	٦٤	٢,٢-	٣,٢٨	١,٦٥	٢١٤
رنجة مدخنة على البارد	herring, kippered	٧٠	٢,٢-	٣,٤٣	١,٧٢	٢٣٥
سمك سليمان	salmon	٦٤	٢,٢-	٣,٢٨	١,٦٥	٢١٤
منهادن	Menhaden	٦٢	٢,٢-	٣,٢٣	١,٦٢	٢٠٨
سمك حُزّة fillet أو خبيبة steak						
اسقمرى	mackerel	٥٧	٢,٢-	٣,١٠	١,٥٦	١٩١
بلوق	pollock	٧٩	٢,٢-	٣,٦٥	١,٨٤	٢٦٥
الحُدُق، قُد، فرخ	haddock, cod, perch	٨٠	٢,٢-	٣,٦٨	١,٨٥	٢٦٨
نازلي، غُبر	hake, whiting	٨٢	٢,٢-	٣,٧٣	١,٨٧	٢٧٥
قشريات						
اسقلوب، اللحم	scallop, meat	٨٠	٢,٢-	٣,٦٨	١,٨٥	٢٦٨
جمبرى	shrimp	٨٣	٢,٢-	٣,٧٥	١,٨٩	٢٧٨
كركند، استاكوزا	lobster	٧٩	٢,٢-	٣,٦٥	١,٨٤	٢٦٥
محارة، بطلينوس، لحم وسائل	oysters, clams, meat & liquor	٨٧	٢,٢-	٣,٨٥	١,٩٤	٢٩١
محارة في الصدفة	oysters in shell	٨٠	٢,٨-	٣,٦٨	١,٨٥	٢٦٨
ألبان						
مثلوجات لبن/بوظة (١٠٪ دهن)	ice cream (10% fat)	٦٣	٥,٦-	٣,٢٥	١,٦٣	٢١١
جبن روكفور	cheese, Roquefort	٤٠	١٦,٣-	٢,٦٧	١,٣٤	١٣٤
جبن سويسرى	cheese, Swiss	٣٩	١٠,٠-	٢,٦٥	١,٣٣	١٣١
جبن شيدر	cheese, cheddar	٣٧	١٢,٩-	٢,٦٠	١,٣١	١٢٤

تابع جدول ٢)

إسم الغذاء		نسبة الرطوبة (٪)	أعلا درجة تجمد (°م)	الحرارة النوعية (كيلوجول/كجم.°م)		الحرارة الكامنة للإنصهار (كيلوجول/كجم)
عربى	انجليزى			فوق التجمد	تحت التجمد	
جبن مطبوخ أمريكى	cheese, processed, American	٤٠	٦,٩-	٢,٦٨	١,٣٤	١٣٤
جبن قريش	cottage cheese, uncreamed	٧٩	١,٢-	٣,٦٥	١,٨٤	٢٦٥
جبن كاممبرت	cheese, cammbert	٥٢	–	٢,٩٨	١,٥٠	١٧٤
جبن بالكريمة	cheese, cream	٥١	–	٢,٩٥	١,٤٨	١٧١
جبن ليمبرجر	cheese, Limberger	٤٥	٧,٤-	٢,٨٠	١,٤١	١٥١
زبد	butter	١٦	–	٢,٠٧	١,٠٤	٥٤
شرش مجفف	whey, dried	٥	–	١,٨٠	٠,٩٠	١٧
كريمة للخفق ثقيلة	cream, whipping, heavy	٥٧	–	٣,١٠	١,٥٦	١٩١
كريمة للمائدة	cream, table	٧٢	٢,٢-	٣,٤٨	١,٧٥	٢٤١
كريمة نص ونص	cream, half & half	٨٠	–	٣,٦٨	١,٨٥	٢٦٨
لبن مبخر غير محلى	milk, evaporated, unsweetened	٧٤	١,٤-	٣,٥٢	١,٧٧	٢٤٨
لبن سائل (٣,٧٪ دهن)	milk, fluid (3.7% fat)	٨٧	٠,٦-	٣,٨٥	١,٩٤	٢٩١
لبن سائل فرز	milk, fluid (skim)	٩١	–	٣,٩٥	١,٩٩	٣٠٥
لبن معلب مكثف محلى	milk, canned, condensed, sweetened	٢٧	١٥,٠-	٢,٣٥	١,١٨	٩٠
لبن فرز مجفف	milk, dried non-fat	٣	–	١,٧٥	٠,٨٨	١٠
لبن كامل مجفف	milk, dried (whole	٢	–	١,٧٢	٠,٨٧	٧
القند candy						
خطمى	marshmallow	١٧	–	٢,١٠	١,٠٥	٥٧
شيكولاته باللبن	milk chocolate	١	–	١,٧٠	٠,٣٥	٣
فدج الفانيليا	fudge, vanilla	١٠	–	١,٩٢	٠,٩٧	٣٤
قند فول سوداني قصف	peanut brittle	٢	–	١,٧٢	٠,٨٧	٧

تابع (جدول ٢)

إسم الغذاء عربى	إسم الغذاء انجليزى	نسبة الرطوبة (٪)	أعلا درجة تجمد (°م)	الحرارة النوعية (كيلوجول/كجم.°م) فوق التجمد	الحرارة النوعية (كيلوجول/كجم.°م) تحت التجمد	الحرارة الكامنة للإنصهار (كيلوجول/كجم)
نقل / مكسرات مقشرة nuts, shelled						
بندق	filberts	٦	–	١,٨٢	٠,٩٢	٢٠
بيكان	pecan	٣	–	١,٧٥	٠,٨٨	١٠
الجوز/عين الجمل انجليزى	walnut, English	٤	–	١,٧٨	٠,٨٩	١٣
فول سودانى بالقشر الرفيع	peanuts (with skin)	٦	–	١,٨٢	٠,٩٢	٢٠
فول سودانى بالقشر الرفيع محمص	peanut (with skins, roasted)	٢	–	١,٧٢	٠,٨٧	٧
لوز	almonds	٥	–	١,٨٠	٠,٩٠	١٣
متنوعـــات						
خميرة الخباز	yeast, baker's, compressed	٧١	–	٣,٤٥	١,٧٣	٢٣٨
ذرة الفشار (غير مفشرة)	popcorn (unpopped)	١٠	–	١,٩٢	٠,٩٧	٣٤
شراب/عسل القيقب	maple syrup	٣٣	–	٢,٥٠	١,٢٦	١١١
عسل أبيض	honey	١٧	–	٢,١٠	١,٦٨	٥٧

حسبت الحرارة الكامنة للإنصهار بضرب محتوى الماء – معبرا عنه بالرقم العشرى – فى ١٤٤ وهى الحرارة الكامنة للإنصهار للماء بالوحدات الحرارية البريطانية / للرطل

تقدير زمن الإحتفاظ
determination of holding time

لحساب سعة (مقدرة) أى مجمد يجب معرفة زمن الإحتفاظ وبالنسبة للمنتجات ذات الحجم مثل البسلة والفاصوليا والبطاطس المجمدة الفرنسية وبقايا السمك فإن الأجهزة القياسية تنص على سعتها. وكذلك بالنسبة للمنتجات المعبأة المتجانسة مثل هريس السبانخ وحزة السمك فى كتل فإن زمن الإحتفاظ يجب أن يحدد قبل ذكر السعة.

وهناك معادلات مختلفة لتقدير زمن الإحتفاظ بدقة ولكن نظرا لإختلاف المنتجات فى التركيب والشكل فإن تحويل خواص المنتج إلى إصطلاحات رياضية يأخذ وقتا أطول من إختبار تجميد المنتج نفسه والذى يمكن عمله عادة فى وقت أقصر من تحليل تركيب المنتج ولكن إختبار التجميد يجب أن يجرى تحت ظروف مضبوطة تعكس ظروف التجميد فى الإنتاج. وهناك مجمدات تصلح لهذا الغرض بها يمكن إحداث إتجاهات مختلفة لإنسياب الهواء.

تجميد الفواكه والخضر
freezing of fruits & vegetables

كثير من الفواكه تحصد وتؤكل عند النضج قرب بدء الخلال senescence وبتعرف المستهلك على قوام خاص لهذه الفواكه يأتي معظمه من الإنتفاخ turgor داخل النسيج. ويرجع هذا إلى أن حجيرات compartments الخلية لها أغشية شبه منفذة تحتفظ بالمحاليل والإنتفاخ يقاوم ضغط القضم stresses of bite حتى نقطة الخضوع (فقد التلازج) yield point حيث تنهار. كذلك فإن الخواص الميكانيكية لجدر الخلية وللخلايا المحورة modified cells تساهم في هذا الإنطباع. (Grout)

والغرض في المنتج المجمد أن يحتفظ بمعظم هذا الإنتفاخ turgor بقدر الإمكان بحيث يمكن المقارنة مع المادة الطازجة. وعلى ذلك فإن الإحتفاظ بسلامة integrity تناضح أكبر عدد من الحجيرات الخلوية هو عامل في نجاح عملية التجميد مع الإحتفاظ بالخواص الأخرى التي تحافظ على الإنتاج. وهذا صحيح أيضاً بالنسبة لخضر السلطات التي تؤكل بدون طبخ. أما العلاقة بين القوام والإنتفاخ فوضوحه أقل في الخضر التي تطبخ قبل أكلها حيث مكونات التركيب مثل جدر الخلايا وما قد يوجد من حبيبات النشا تعطى الخواص المتعلقة بالقوام ويعمل الطبخ على هدم خاصية شبه النفاذية اللازمة للإنتفاخ ويمكن للماء الإنتشار تبعاً للتدرج داخل الأنسجة. ومعظم القوام في الفواكه والخضر المطبوخة يرجع إلى جدر خلايا محورة modified ومثخنة thickened وفقد شبه النفاذية هو فقد للحجيرات loss of compartmentalisation داخل الأنسجة مما يتبعه تفاعلات بين المكونات – الإنزيمات ومواد التفاعل – ويتغلب على ذلك بالسلق blanching قبل التجميد لتقليل التغيرات أثناء التخزين.

وليكون التجميد ناجحاً فهو يجب أن يهدف إلى المحافظة على حالات التناضح وشبه النفاذية والمكونات وأيضاً الوظيفة العامة للنسيج. وعلى ذلك فيجب تهيئة ظروف التجميد بحيث يتكون عدد كبير من بلورات الثلج الصغيرة (أنظرتكون بلورات الثلج أعلاه) وأيضاً فإن فقاعات غازية صغيرة قد تتولد أثناء التجميد نتيجة لإختلاف الذوبان على درجة الحرارة المنخفضة وهذه تنتقل في المنتج مسببة ضرراً ميكانيكياً جوهرياً خاصة في الأنظمة الدقيقة التي تساهم في القوام. وهذا يدعو أيضاً إلى تقصير فترة التجميد والوصول إلى درجة حرارة التخزين. وفي تجارب أجريت على الفراولة وجد أن هذا يؤدي إلى قوام أحسن وإلى فقد قطارة drip أقل وإلى نكهة أفضل.

ومما ساعد على الحصول على هذه النتائج إجراء عملية التيع thawing ببط‍[illegible]يث يساعد هذا على إنتشار الماء خلال الحجيرات شبه المنفذة التي إحتفظت بسلامتها أثناء فترة التجميد القصيرة إلى داخل الخلايا وهذا يعيد جز[illegible]ن الإنتفاخ turgor الأصلي للنسيج مع تحسين في القوام.

تجميد السمك (Lavety)

عندما يبرد السمك إلى – ١,٥°م فإن العضلات تبتدىء في التجمد وفي التجميد السريع تتكون بلورات ثلج صغيرة حتى إنها قد لاتُرى تحت

المجهر (فى حالة التجميد السريع فى المعمل) ولكن فى التجميد البطىء - حوالى ٢٠ ساعة - تتكون بلورات ثلج كبيرة ربما تصل إلى ١٠مم فى الطول وفى هذه الحالة تكون الحزة fillet غامقة نصف شفافة translucent زجاجية المظهر vitreous بينما الحزمة المجمدة سريعا تكون كثيفة البياض ومعتمة opaque ولكن إذا خزن كل منها بعيدا فإنه بعد التيع thaw المناسب يكون كل منهما مرضيا. والتجمد الطويل - أكثر من ٦ ساعات - لايرحب به ففترة التجميد القصيرة تقلل من تغيرات القوام والفساد ولكن فترات تجميد قصيرة جدا ربما أدت إلى هدم فى التركيب structural damage إذا زاد سمك السمكة أو الحزة عن ١٠مم.

ومن التغيرات التى قد تحدث فى السمك ومنتجاته:

لسعة التجميد freezer burn: وهى عبارة عن جفاف حيث يتسامى الثلج فى مساحة من المنتج المجمد تاركا المنتج جافا ذا ثغرات porous وأسفنجيا spongy ويبدو السطح منقسما split أو مشقوقا cracked وفى الحالات الشديدة فقد يتأثر السطح كله وقد يكون التأثير نافذا إلى عمق المنتج ويحدث هذا فى السمك غير الملفوف unwrapped وغير المقشع unglazed بعد فترة من التخزين التجميدى ويمنع بالتقشيع والتعبئة واللف كما فى حالة منع الأكسدة (أنظر)

الفغر/الإنشقاق gaping: وهذه هى الظاهرة التى تبدو فى السطوح المقطوعة للحزة غير المطبوخة حيث تفشل الأنسجة الضامة connective فى الإحتفاظ بكتل العضلات مع بعضها البعض. ويبدو السطح منقسما split أو مشقوقا cracked وفى الحالات الشديدة قد تتفسخ الحزة عند إزالة الجلد. وهذه الظاهرة تنتج أساسا عن المناولة السيئة ولكن التجميد يسبب درجة منها. والسمك الذى لايظهر الفغر/الإنشقاق قد ينفغر/ينشق gape بعد التجميد والتيع وإعادة التجميد تزيد من هذه الظاهرة. وقد يحكم على الفغر/الإنشقاق بكونه علامة للفساد ولكن الفساد spoilage له تأثير بسيط على الفغر/الإنشقاق وحيث أن الفغر/الإنشقاق يزيد مع إنخفاض محتوى الماء فإن الفغر/الإنشقاق يمكن إعتباره كعلامة نسبية لإرتفاع محتوى البروتين وجودة الحالة البيولوجية. ويحصل على أحسن النتائج إذا جمد السمك قبل فترة التيبس pre-rigor ويتجمد السمك بنجاح فى فترة التيبس الرمى rigor mortis ولكن أى محاولة لثنى أو فرد السمك فى فترة التيبس لرمى تسبب ظاهرة الإنشقاق/الفغر.

المسخ denaturation: بروتين السمك حساس للمسخ حيث يكون البروتين تشابكا cross-links بين جزيئات البروتين المتجاورة والتى تمنع بروتين السمك المتاع thawed من إعادة إمتصاص الماء لإنتاج تركيب الجل الذى كان موجودا قبل التجميد. والبروتين الممسوخ له قوام اجشب tougher عن البروتين غير الممسوخ.

ومسخ البروتين يحدث فقط فى التخزين التجميدى الطويل خاصة إذا كانت درجة الحرارة

غير مناسبة. أما السمك الذى يخزن لفترة قصيرة وعلى درجة حرارة منخفضة بدرجة كافية فإنه بعد التيع يتميأ rehydrate به البروتين مرة أخرى بحيث يعود إلى حالة الجل gel الأصلية.

الأكسدة oxidation: فى الأسماك الدهنية - ذات النسبة العالية فى الدهن مثل الرنجة herring والأسقمرى mackerel فإن معدل تأكسد الدهون غير المشبعة يزيد على مسخ البروتين والتغيرات الأخرى. ولكن هذا التغير التأكسدى يمكن منعة أو تأخيره كثيراً بالتقشيع glazing أو التعبئة بحيث يبعد الهواء ويتم التقشيع بالغمر السريع فى ماء بارد ويبعد الهواء بالتعبئة تحت فراغ أو قد توضع الرنجة غير المجمدة فى عبوات ورقية مبطنة بالبوليثين فى مجمدات ألواح رأسية vertical plate freezers ثم يوضع عليها من أعلا ماء لملء الفراغات قبل أن يبتدىء عمل المبرد refrigerant.
وفى السمك الدهنى تنتج نكهة التزنخ rancid ولكن فى السمك ذى نسبة الدهن المنخفضة يحدث تغير تأكسدى ينتج عنه مايعرف بإسم رائحة ونكهة المخزن البارد cold store وذلك فى الأسماك مثل القُد cod.

تموجات درجة الحـــــــرارة temperature fluctuations: تؤدى تموجات درجة الحرارة إلى الإسراع من المسخ denaturation ويميل حجم بلورات الثلج إلى الزيادة محدثاً تغيرات فيزيقية (أنظر نمو بلورات الثلج).

الطفيليات parasites: إن الديدان الطفيلية الممرضة التى توجد أحياناً فى السمك تقتل بالتجميد. حتى أن بعض الهيئات تتطلب التجميد قبل شراء أو بيع السمك.

التيع thawing: التيع هو عكس التجميد حيث تستخدم الحرارة مع المنتج (السمك) المجمد لتحول الثلج الموجود إلى ماء مرة أخرى. وفى التجميد فإن الحرارة تنتقل إلى المبرد refrigerant من خلال نسيج مجمد، أما فى التيع فيحدث العكس والحرارة يجب توصيلها خلال المادة المتاعة thawed ولما كان توصيل الحرارة خلال الثلج أعلا منه خلال الماء فإن عملية التيع ربما أخذت - على الأقل - ثلاث مرات طول الفترة الزمنية للتجميد. وبجانب ذلك فإنه بعكس التجميد لايمكن إستخدام فارق حرارة كبير إذا أريد تجنب الفساد أو الطبخ وفى حالة تيع سمكة كاملة فإن الذيل يكون أكثر رفعاً عن ناحية الرأس ويتيع بدرجة أسرع وعندما يحدث ذلك فإنه يجب تبريد السمك لمنع الفساد البكتيرى والإنزيمى. وفى المعتاد تعرض السمكة لدرجة الحرارة المحيطة حتى يبتدىء الذيل فى التيع ثم تنقل إلى حجرة تبريد درجة الحرارة فيها اعلا من الصفر المئوى وأقل من درجة الحرارة المحيطة وهى عادة مابين ١°، ٥°م ولكن مع السمك الكبير جداً فإن هذا يصحبه صعوبات كثيرة.
والتيع غير الكامل حيث قد توجد بلورات الثلج فى عمق النسيج قد يؤدى - عند عمل الحزات filleting - إلى الإنشقاق gaping وإلى تلف

التركيب structural damage إلا إذا أخذت إعتبارات وعناية خاصة لمنع ثنى flexing السمك. وإذا كان السمك سينقل بعد التيع على أحزمة ناقلة فإنه يجب التأكد من حدوث التيع كاملاً.

ويمكن إحداث التيع بالرش بماء على درجة حرارة ٥° – ٨°م أو بغمسه فى حوض ماء ولكن يصحب ذلك صعوبات فى التكاليف وصعوبات صحية وفى إعادة إستخدام الماء وفى التخلص من الزائد منه. وفى جهاز تيع يعمل تحت الفراغ توضع كتل السمك على قضبان فبتقدم التيع تنكسر هذه الكتل وتقع من بين القضبان وبذا يسمح للحرارة بالنفاذ خلال السمك. وهناك طرق للتيع تستخدم الفراغ أيضاً أو الرطوبة العالية أو الأشعة تحت الحمراء أو المقاومة الكهربية ولكنها أستخدمت قليلاً مع السمك. وقد أستخدمت الموجات القصيرة microwave لتهيئة السمك temper – رفع درجة حرارة السمك إلى –٥° – –١٠°م. ولكن محاولات تيع السمك تيعاً تاماً لم تكن ناجحة. أما محاولات إستخدام الذبذبات الصوتية acoustic vibration للمساعدة على إنتقال الحرارة فتضاربت نتائجها.

وينصح تبعا للتغيرات المذكورة أعلاه بالإهتمام بأوجه تجميد السمك الثلاث : التجميد والتخزين التجميدى والتيع وليس الإهتمام فقط بالتجميد وفى حالة السمك الذى قد يجمد على سطح المركب فإنه يحسن إعداده فى عبوات مجمدة صالحة للبيع للمستهلك بغرض أخذ الإحتياطات الصحية اللازمة. ويحسن للحصول على نتائج جيدة ١) أن يكون التخزين التجميدى على درجة حرارة منخفضة بدرجة كافية لتقليل المسخ. ٢) تقليل تغيرات درجة الحرارة . ٣) الحماية ضد الجفاف ودخول الأكسجين للمنتج . ٤) تبريد السمك حتى يصل المركز إلى قرب الصفر المئوى قبل التجميد. ٥) وأن تصل درجة حرارة المركز إلى –٢٥°م قبل نقل السمك إلى التخزين التجميدى. ٦) يتجنب التجميد فى مخزن المواد المجمدة سواء للسمك غير المجمد أو المجمد جزئيا لأنه يعطى نتائج سيئة ويرفع من درجة حرارة محتويات المخزن إلى حد ما. ٧) يؤمل فى تجنب التجميد المتعدد multiple freezing.

الطرق المجهرية فى فحص المواد المجمدة microscopical methods for examining frozen foods

معظم الأغذية مواد غير متجانسة فالأغذية الحيوانية أو النباتية تتكون من تشكيلة معقدة من الخلايا والأنسجة وحتى الأغذية المعاملة فهى مخاليط غير متجانسة عادة معلقات suspensions أو مستحلبات emulsions أو رغاوى foams والتركيب الدقيق microstructure مع النكهة يكونان أهم خواص الأغذية التى تؤثر على إستساغتها وتقبلها. (Wilson)

وسبق بيان تأثير التجميد والتخزين التجميدى والتيع على تركيب الأغذية. وقد سبق ذكر أن تكون ونمو بلورات الثلج أستخدم كمساعد فى بعض العمليات لتحسين القوام. (Rodger)

ويمكن فهم مايحدث للمواد الغذائية بالتجميد والتخزين التجميدى والتيع بفحص تركيبها بعناية بإستخدام المجهرين الضوئى والألكترونى فيمكن:

١- مراقبة حجم وشكل البلورات الثلجية وطريقة ومعدل تكونها.

٢- مراقبة تلف/تضرر التركيب الدقيق microstructure للخلايا والأنسجة.

٣- مراقبة إعادة توزيع المواد الذائبة solutes.

٤- معرفة مدى عدم تجانس الغذاء وعمل إرتباطات بين التركيب الدقيق والقوام كما يحس به في الفم.

٥- مراقبة عملية التجميد مباشرة ومعرفة درجة الحرارة بالضبط التي يتم عندها تكون نوايا الثلج ice nucleation.

٦- مايحدث لحجم الخلايا أثناء التجميد.

٧- التغيرات المورفولوجية morphological (في الشكل الظاهري) التي تحدث أثناء دورات التجميد والتيع.

٨- تأثير معدل التبريد والمضافات الكيماوية chemical additives والعوامل الأخرى على ماسبق ذكره من ١ - ٧.

وتستخدم أجهزة وطرق خاصة لإجراء هذه الفحوص والإختبارات. (Mclellan)

الإعتبارات الأساسية في تصميم المجمد
major considerations in freezer design

إن أمن وسلامة الأشخاص الذين يُشغلون ويُنظفون ويَخدمون service المجمد يجب أن تكون الإعتبار الأساسي في تصميم هذا المجمد. فالتصميم الذي لايراعي ذلك قد ينتج عنه حوادث وأضرار كثيرة.

وتكمن الأخطار الميكانيكية في أنظمة تشغيل الناقلات conveyors والمراوح وفي مناطق أخرى. ويجب تصميم الآلات بحيث يمكن تنظيف جميع مناطق المجمد وأن يمكن فحصها inspect في نفس الوقت الذي يحمي فيه من يقوم بذلك. ويجب حماية guard كل المحركات والمراوح بحيث أن العامل أو ملابسه لايمكن أن تصل إلى أي جزء أو تمسك فيه أو تنسحق. ويجب أن تكون هناك مفاتيح switches لوقف الآلات خلال جميع أجزاء المكنة لإستخدامها في حالة إنحشار أحدهم فيها لتقليل الضرر. والمراوح يجب أن تكون مفتوحة بشكل لايعيق حركتها بسبب تراكم الصقيع مع منع وصول أيادي أو ملابس الأشخاص إلى داخل المروحة.

والبرودة الشديدة في المجمدات الحديثة تمثل خطراً للأشخاص فقد تسبب إنخفاض حرارة الشخص hypothermia أو عضة الصقيع frost bite. فسرعات الهواء العالية في المجمدات التي تستخدم الهواء كوسط لنقل الحرارة تزيد من إنتقال الحرارة وعامل برد الريح wind-chill factor مما يؤدي إلى سرعة تجمد الجلد المعرض وتسحب الحرارة من الجسم بمعدل عال جداً. فيجب الحد من التعرض لهذه الدرجات المنخفضة من الحرارة لفترة قصيرة. ويجب وقف المراوح كلما إضطر أي شخص لدخول هذا المجمد.

ويجب عدم الدخول إلى مجمدات التبريد الشديد cryogenic freezers أثناء التشغيل لأنه حتى التعرض لفترة قصيرة جداً للمبرد الشديد cryogen يمكن أن يسبب عضة الصقيع بسرعة. ويجب تفريغ

هذه المجمدات من النتروجين أو ثانى أكسيد الكربون وإدخال هواء إليها قبل دخول الأشخاص لأن ماقد يوجد بها من أكسجين لايسمح بالإحتفاظ بالوعى أو الحياه. بل يجب قفل هذه الأجهزة أثناء عدم التشغيل لمنع الوصول إليها وخطر الإختناق asphyxiation. وقد تكون بعض المجمدات ذات ضوضاء عالية تضر السمع ويجب ألا يزيد التعرض للضوضاء عن ٩٥ ديسيبل dB بوضع حمايات السمع على الأذن. وإختيار المراوح المناسبة يقلل من الضوضاء وعدم إستخدامها فوق الضغوط المفروض تشغيلها عليها.

حماية المكن machinery protection

معظم المشاكل فى المجمدات يسببها تراكم الثلج وتراكم المنتج product jam وأخطاء التشغيل. وينتج تراكم الثلج عن طرق غير جيدة لإزالة الصقيع أو رطوبة زائدة على ناقل المنتج أو طرق غير جيدة لإبتداء وإنهاء العمل. ويمكن أن يتراكم الثلج فى أماكن تمنع التشغيل الآمن مثل التسبب فى خروج الناقل أو أجزاء أخرى من مكانها أو تعطيلها. والتعطيل jam نتيجة تراكم المنتج قد يحدث نتيجة تحميل الناقل بطريقة خاطئة أو بوجود عقبة فى طريق المنتج. أما أخطاء التشغيل فهى دلالات على ناقلات تجمدت نتيجة إبتداء عمل غير مناسب أو مراوح غير متوازنة أو ملفات مسدودة بالثلج ice-plugged لعدم جودة إزالة الصقيع defrost.

والتحميل الزائد على مواسير التبريد وعلى الملفات يمكن أن يؤدى إلى فشلها failure مع فقد المبرد بعد ذلك وخطورة ممكنة منه. ويحسن وجود صمامات تنفيس فى الملفات بحيث إذا أخطأ العامل لايزيد ضغط المبرد فى الملف عن مستوى آمن.

أمان وسلامة المنتج product safety

إن قيمة المنتج الذى يمر فى مجمد ممثل typical خلال أسابيع قليلة يمكن أن تزيد عن قيمة المجمد ولذا فإنه من الوجهة العملية الصحيحة يحسن أن يضمن ألا يتلف المنتج أو يتلوث من المجمد. والتلوث قد ينتج عن عدم التنظيف الجيد أو بقايا على السطح أو أجزاء من الطبقة المغطية للسطح أو جسيمات نتيجة البلاء بالإستخدام wear وقد يجعل هذا المنتج غير صالح للبيع حتى ولو كان الملوث غير ضار. ومصادر التلوث يمكن أن تكون بقايا التآكل من إحتكاك الناقل بحامله أو تساقط الماء المتكثف عند الدخول والخروج من المجمد وتقشر المواد المغطية coatings والسوائل التى تتسرب مثل الزيت الأيدروليكى. شكل (٢٠) يبين التنظيف فى المكان cleaning in place (CIP).

ومن علامات الضرر الذى يحدث للمنتج فى المجمد تكتل قطع المنتج بدلا من كونها منفصلة فى حالة المواد المجمدة فرديا ج.ف.س IQF وتقطع أجزاء من المنتج نتيجة إلتصاقها بالناقل متجمدة عليه وتصادم الثلج نفسه وتراكم الثلج على المنتج. وتكتل المنتج ينتج عن مناولة سيئة للمنتج فى المجمد نتيجة تشغيل أو تصميم سيىء فمن المهم المحافظة على التحرك النسبى relative

motion بين قطع المنتج الجارى تجميده بينما يتجمد سطحه ويمكن تحقيق ذلك بعملية التسييل fluidization أو التقليب الميكانيكى أو الغمر فى سائل يغلى على درجة حرارة أقل من درجة حرارة تجمد المنتج. ويزال المنتج من على الناقل بعد تمام تجمده وبحيث لايكون ملتصقاً بالناقل بدرجة كبيرة، ويتحقق عدم الإلتصاق الشديد بإختيار المادة التى يصنع منها الناقل بعناية وبألا يبقى المنتج لمدة على الناقل الصلب فى الفترة التى يتم فيها تجمد السطح.

شكل (٢٠): التنظيف فى المكان

أما ضرر التصادم فينتج عن زيادة تحميل المنتج على الناقل وقد ينتج عنها تهدم كمية من المنتج فى كل مرة ويتغلب على ذلك بالتغذية المنتظمة للمنتج.

أما تراكم الثلج فينتج عن دخول رطوبة حرة زائدة للمجمد وتمنع بضبط الرطوبة الحرة الداخلة للمجمد مع المنتج وبضبط حركة المنتج بعد دخول المجمد.

العوامل الصحية فى بيئة التجميد
hygiene in the freezer environment

العوامل الصحية الحساسة تختلف للمنتجات المختلفة فالمواد الغذائية المطبوخة التى لاتحتاج إلى طبخ مرة أخرى قبل الإستهلاك تحتاج لطرق صحية وأجهزة صحية لإنتاجها لتقليل الخطر على المستهلك. والتلوث هنا قد يكون بكتيريا أو من بقايا البلاء أو أجزاء من منتجات مختلفة أو مواد غريبة. والتلوث البكتيرى ينتج عن عدم التنظيف الجيد وعدم إتباع طرق صحية جيدة. أما بقايا البلاء فهى تنتج فى جميع المعاملات بما فيها التجميد. وإعتبار المنتج ملوثاً يعتمد على وضوح هذه البقايا وتكوينها. كما يؤدى عدم التنظيف الجيد إلى وجود بقايا من منتج سبق تجميده على المنتج الجديد. والتنظيف الآلى يؤدى الوظيفة جيداً مع تقليل التكاليف. وتختار محاليل التنظيف بحيث تؤدى المهمة دون إتلاف المكن أو السطح المغطى وقد يستخدم عامل تطهير sanitizing لتعقيم المكن بعد التنظيف.

المواد المستخدمة فى مكن التجميد
materials for freezing machinery

تتطلب المقاييس الصحية لكل مكن تصنيع الأغذية بما فيها المجمدات أن تصنع من مواد غير سامة تسمح بإستخدام عوامل تنظيف جيدة مثل القلوى الخفيف mild بدون تآكل ومن المواد المستخدمة حالياً سلسلة الصلب غير القابل للصدأ رقم ٣٠٠

والصلب المجلفن galvanized والألومنيوم واللدائن التى تصلح مع الأغذية food-grade plastics.

والأسطح التى تتصل بالمنتج يجب أن تكون ناعمة smooth وغير قابلة للتآكل إطلاقا ولاتلتصق بالمنتج سواءا مجمدا أو بعد التيع ومنها الصلب غير القابل للصدأ واللدائن.

أما المواد التى تنتقل خلالها الحرارة فيجب أن يكون لها معامل توصيل حرارى عال ومنها ملفات إنتقال الحرارة والأحزمة المعدنية المسطحة flat التى تستخدم فى مجمدات التلامس والألواح المستخدمة فى مجمدات الألواح الرأسية والأفقية.

ويلزم مواد عزل جيدة لفصل البيئة الباردة عن الهواء المحيط ولمنع التكثيف على الجدر الخارجية الدافئة والجدر العازلة عادة من ألواح تشييد panel construction مع معدن أو زجاج ليفى fiber-glass skins وداخلى من لدائن ذات توصيل حرارى منخفض.

وتختار المشحمات lubricants على أساس خواصها عند درجات الحرارة المنخفضة وسميتها ويجب ألا تسمح الأجهزة التى تحتويها بالتسرب إلى المنتج. أما الشحم والزيت المستخدم بالقرب من المنتج فيجب أن يكونا مأكلة.

والمشحمات يجب أن تبقى لزجة على درجات الحرارة المنخفضة وأن تحتفظ بخواصها حتى بعد وجود نسبة من الرطوبة فيها وتغير المشحمات على فترات قصيرة بسبب التلوث بالماء.

أما المواد المغطية المستخدمة فى المجمدات فيجب أن تكون مستديمة وإلا تلوث المنتج والتغطية بالجلفنة أو بالرش باللهب flame spraying وبالطلاء الكهربى plating يمكن أن تبقى مدة طويلة durable ولكن أحسن منها المواد المصنعة كاملا من مواد غير متآكلة non-corrosive.

الكفاءة الميكانيكية mechanical efficiency

إن المراوح هى أكثر إستهلاكا للطاقة أما محركات الناقلات فإستهلاكها للطاقة قليل.

الملفات coils

تستخدم الملفات فى كل أنواع المجمدات التى تنتقل فيها الحرارة بتحريك/تدوير الهواء البارد على المنتج فتنتقل الحرارة من الهواء إلى المبرد. وكفاءة مثل هذا المجمد تتأثر بتصميم الملف وهذا يؤثر على التكاليف الأصلية وتكاليف التشغيل لنظام التبريد. وكفاءة الملف تتوقف على المواد المستخدمة فيه وشكل السطح وأنابيب المبرد وسرعة الهواء ودوران المبرد. وتصميم هذه الملفات يجب أن يأخذ فى الإعتبار إنتقال الحرارة والعوامل الصحية والتآكل وتراكم الصقيع وسرعة إزالته فيجب أن يسمح تصميمها بتكون بعض الصقيع دون أن تقف عن عملها. وهذا يتم بإختيار المسافات المناسبة بين سطوح إنتقال الحرارة أو بإزالة الصقيع بطريقة مستمرة continuous defrosting ويتم ذلك عن طريق سطوح banks متعددة للملف مع قفل أحدها أثناء عمل الباقى وينفخ هواء لإزالة الصقيع أو يغسل بواسطة خليط من الجليكول والماء.

المراوح fans

بجانب العوامل الإقتصادية فى طول عمر المجمد يؤخذ فى الإعتبار أيضاً إمكان الإعتماد عليها dependability والكفاءة والثمن الأصلى فهل يمكنها تحمل تراكم الثلج بدون فشل. ومحركات المراوح تختار لتحمل الضغوط الميكانيكية وللحامل/نقط الإرتكاز bearings يجب أن تشحم بحيث تعمل بسهولة على مدى درجات حرارة التشغيل.

الإعتبارات الكهربية

electric considerations

يجب حماية الأجهزة الكهربية والسلوك من الرطوبة بملاحظة أن تكون دائماً فوق نقطة الندى تحت جميع ظروف التشغيل وبحمايتها من دخول الماء أثناء إزالة الصقيع والتنظيف. ومايوجد من هذه الأجهزة خارج المجمد يجب أن تقفل seal جيداً وتهوى للتبريد.

إنسياب الهواء air flow

فى إنسياب الهواء يراعى الكمية وتساوى التوزيع على المنتج والطاقة المستهلكة بواسطة المراوح. وتؤثر كمية الهواء التى تدور على عمل الملفات وعلى تغير درجة الحرارة خلال المجمد وعلى معدلات إنتقال الحرارة بين الهواء والمنتج بفرض ثبات المساحة التى ينساب فيها الهواء. وتوزيع الهواء على المنتج يضبط بحيث يعطى معدل التجميد المطلوب بإنتظام على كل المنتج الذى يمر فى المجمد.

أنظمة التبريد refrigeration systems

أنظر: برد - تبريد صناعى.

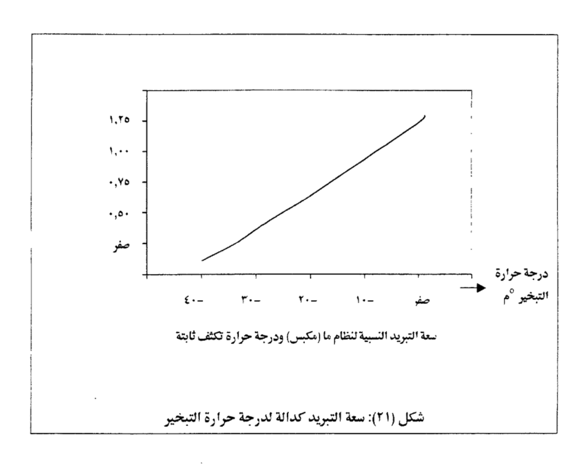
ظروف التشغيل الإقتصادية

economical operation conditions

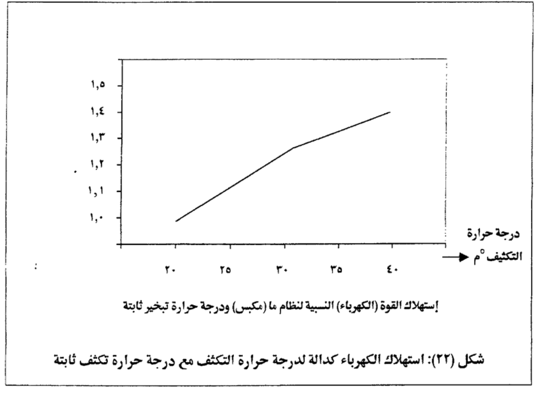
هناك إعتباران أساسيان فى تشغيل أى وضع تبريد صناعى أو تجميد أولهما: بإرتفاع درجة حرارة التبخير ترتفع سعة التبريد (شكل ٢١). وعلى ذلك فمن المهم أن تكون سطوح التبخير خالية بقدر الإمكان من الثلج وأن دوران الهواء يتم على السطح كله. ثانياً: كذلك فإن حالة المكثف مهمة إقتصادياً فإن إستهلاك الطاقة ينخفض مع إنخفاض درجة حرارة التكثف فكفاءة التشغيل تتطلب درجة حرارة تبخير عالية ودرجة حرارة تكثف منخفضة وهذا يمكن أن يحقق آلياً (شكل ٢٢).

أما أجهزة التبريد الشديد cryogenic refrigeration systems فتختلف عن التبريد الميكانيكى من وجهة النظر الإقتصادية فى آن الأخيرة تكاليف الإستثمار فيها عالية بالنسبة للمشتغل بتجميد الأغذية مع تكاليف تشغيل منخفضة ولكن العكس هو الحال فى أجهزة التبريد الشديد حيث يستهلك المبرد الشديد cryogen. (أنظر أعلاه)

وفى المقارنة الإقتصادية للمجمدات المختلفة تراعى الوثوقية reliability وفقد الجفاف وتكاليف التشغيل والمرونة وإمكان تحسين وتحوير النظام والصيانة السهلة ووجود مراكز صيانة قريبة للجهاز المعين. (Hui)



شكل (٢١): سعة التبريد كدالة لدرجة حرارة التبخير



شكل (٢٢): استهلاك الكهرباء كدالة لدرجة حرارة التكثف مع درجة حرارة تكثف ثابتة

heart of palm **جمار/جامور**

أنظر: تمر

جمز

sycamore **جميز/تين فرعون**

أنظر: تين فرعون

جمس

buffalo **جاموس**

mammalian order: Artiodactyla

الفصيلة/العائلة: بقريات Bovidae

الجاموس الأسيوى Asiatic *Buhalis bubalis* ويعرف أيضاً بأسماء الجاموس الهندى أو جاموس الماء أوكاراباو carabao ويوجد فى بلاد البلقان وآسيا الصغرى ومصر.

والجاموس يوجد على هيئة برية فى جنوب آسيا وبورنيو. وهو كبير stocky وقد يبلغ إرتفاعه ٢ متر عند الكتف ويغطيه شعر قصير جداً وله قرون قصيرة. ويحب المستنقعات والمياه وقد يغطيه الطين فيحميه من الحشرات. وهى حيوانات صلبة تتحمل العدوى والأمراض ويمكنها مقاومة البرد وتأكل النباتات والمائى منها. وقد تعطى ١٤٠٠ لتراً لبن/السنة وهذا اللبن غنى فى الدهن.

وهناك نوعان أسيويان آخران هما: تاماراو tamarau وهو يوجد فى الفلبين وأسمه العلمى *Anoa mindorensis* وهو أصغر حجماً من جاموس الماء. والآخر anoa أصغر من الأخير وأسمه *A depressicornis* ويوجد فى Celebeo.

والجاموس الأفريقى يقسم فى جنس genus *Syncerus* قتلت منه الأمراض المعدية الكثير ويصيده الأهالى ومنه عدة تحت أنواع subspecies من جاموس الكاب Cape buffalo *S. caffer* ويصل إرتفاعه ١,٥ متراً عند الكتف ويعيش فى الأجزاء المفتوحة من وسط وشرق وجنوب أفريقيا. (McGraw-Hill Enc.)

جمع

التجمع aggregation

التجمع علم science تجمع grouping أو تعنقد clustering من أشياء items منفردة individual فى كتلة أو مجموعة group. (Academic)

متجمع aggregate

المتجمع تجمع من جسيمات متماسكة طفيفاً loosely coherent. (Chambero)

مجموعة بروستيتية/مرتبطة
prosthetic group

مادة لاتتكون من أحماض أمينية ترتبط بقوة بالبروتين وتلزم ليقوم البروتين - إنزيم أو خلافه - بعمله وكثيراً ماتستخدم فى وصف الوظيفة كما فى الهيموبروتين للهيموجلوبين وتلك التى تحتوى معادن تسمى بروتينات معدنية metalloprotein أو ليبيدات تسمى بروتينات دهنية lipoproteins

أو كربوايـــــدرات تســــــمى جليكوبروتينـــــات
.glycoproteins
(McGraw-Hill Dic. & Ensminger & Hammond & Chambers)

الجامعة university

تتميز الجامعـة بعـدة صفـات ويـبرز فيـها عـدد مـن الخواص لكى تقوم بأعباء وظيفتها ولتحقق رسالتها.

١- الجامعة مجتمع يتصف بالوحدة والشخصية.

٢- الجامعة هى الفكر وهى تضم مفكرين تكوينهم العلمى والخلقى والنفسى جعل أهم مايصبون إليه هو خدمة العلم والمعرفة الإنسانية.

٣- الجامعـة بطاقاتـها البشـرية والماديـة تقـوم بالمحافظـة علـى العلـم والمعرفـة ونشـرها والإضافة إليها بحيث تتوفر لها دائماً خاصيـة الدقة والتجرد وذلك بجميع الوسائل والطرق التـى تكـون فـى متناولهـا والتـى ييسـرها لهـا المجتمع والبيئة التى تنتمى إليها وتشغل منها – بحكم مسئولياتها ورسالتها– مكان الصدارة.

٤- الجامعة– طليعة مجتمعها– تقوم بالتعرف على مشـاكل المجتمـع وإحتياجاتـه المعـاصرة والمتوقعة وتعالجها وتحاول إيجاد الحلـول لها، سواء كانت فى صور مادية أو معنوية أو بشرية.

٥- الجامعة تهدف إلى أن تضفى على المجتمـع وأعضائه السعادة المادية والروحية وتنقل إليه ككل، صفاتها وخصائصها وميزاتها، وتعمل على أن ينـهل كـل فـرد منـه مـن علمـها ومعرفتـها وثقافتها.

٦- الجامعـة فـى تحملـها لمسـئولياتها وتحقيقـها لرسالتها تتصف بـالمنطق والعدل، بالموضوعية والتجرد، ويوفر لها المجتمع – الذى تخدمه والبيئة التى تضمها. الإستقلال والحرية ليـس فقـط لأنـهما لازمـان للقيـام برسـالتها وتحقيـق أهدافها إذ لافكر ولاصـدارة بـدون إسـتقلال، ولامسئولية ولارسالة بـدون حرية، بل أيضاً لأن الإستقلال للجامعة هو الكيان، والحرية لها هى الحياة. (حسين عثمان)

جَمَل

الجمل/الإبل camel

الإبـل والجمـال والنـوق لاواحـد لـه مـن لفظـه (مؤنث). (ج) آبال.

أما الجمل فهو الكبير من الإبل

(المجمع الوسيط)

وهو من:

رتبة: مشقوقات الحافر Order: Artiodactyla

تحت رتبة المجترات Sub-order: Ruminantia

مجموعة: تيلوبودا Group: Tylopoda

فصيلة/عائلة: إبليات/جماليات

Family: Camelidae

وهـذه الفصيلـة/العائلـة تضـم جنـس اللاما *Lama*

وجنس الجمال *Camelus* وبه نوعان:

الإبل/الجمـل وحيـد السنام أو العربى (إبل عربيـة) *C. dromedarius*

الإبل/الجمل ذو السنامين *C. bactrianus*

والجمـل ذو السنامين أقـوى وأسمـن ويصلـح أكـثر للحمل وله شعر طويل يساعده على تحمل البرودة أما الجمل العربى فله سنام واحد وهو يصلح للحياه فى الصحراء فأقدامه العريضـة تصلـح للسـير فـوق

الرمال ويمكنه قفل المنخرين كما أن على عينيه صفان من الرموش تقفل متشابكه.
(McGraw-Hill Enc.)

ويبلغ تعداد الإبل فى العالم حوالى ١٧ مليون رأس منها ١,٥ مليون من الأبل ذات السنامين و ١٥,٥ مليون رأس من الإبل ذات السنام الواحد.

ويتميز الفم بشفتين حساستين قادرتين على إلتهام الأشواك والأوراق وفصل الغذاء من الرمال مع شق طولى فى الشفة العليا مما يساعد على إلتهام الأشواك بمساعدة مخاط اللسان. ومعدة الإبل كبيرة قد تشغل ٧٥٪ من التجويف البطنى. وقد يعتبر البعض أن معدة الإبل بها ثلاث حجرات فقط بسبب عدم وجود فواصل من الناحية الظاهرية بين الورقية والأنفحة ولذا ربما سميت مجترات كاذبة/شبه مجترة pseudo-ruminants حيث أن المجترات الأخرى تتكون معدتها من أربع حجرات. وعموما فالمعدة تتكون من الكرش - الشبكية - الورقية - الأنفحة.

والكرش rumen هو أكبر أجزاء المعدة حجما وهو مصدر إختلاف الإبل عن المجترات الأخرى. أما الشبكية reticulum فصغيرة نسبيا وكمثرية الشكل. والورقية omasum فرخوة وذات شكل أنبوبى مستطيل وجزء صغير منها مغطى بخلايا طلائية حرشفية أما باقى الورقية فمبطن بنسيج مخاطى غدى يتواجد فيه الأكياس المائية مثل الكرش والشبكية ويحدث أعلا إمتصاص للماء والأملاح فى هذه المنطقة. أما الأنفحة abomasum فهى تحتوى على غدد حامضية تفرز حمض الأيدروكلوريك وغدد تفرز الببسين.

وتمتاز الإبل بكفاءتها المرتفعة نسبيا فى هضم المادة الجافة والألياف الخام والسليولوز والبروتين الخام.

ومما يميز الإبل أنها تخرج كميات قليلة من اليوريا إذ تعيد إستعادة اليوريا فى حالة إنخفاض البروتين فى العليقة. وقد وجد أنه عندما تعطش الإبل يحدث إنخفاض شديد فى إخراج اليوريا ويزيد إمتصاص اليوريا من الأنابيب البولية فى الكلى وتركيز اليوريا فى بلازما الدم ويرتبط إنخفاض إخراج اليوريا مع إعادة إمتصاص الماء. ولايحدث تسمم بولى للإبل عند العطش حيث أن إعادة إمتصاص الماء من الكلى مقترن بإمتصاص اليوريا.

وكمية الغذاء المأكولة بواسطة الإبل قليلة إذا قورنت بالحيوانات الأخرى إلا أن ملح الطعام يعتبر عنصرا مهما ولذا إذا لم ترعى الإبل الشجيرات الملحية فيجب أن يعطى لها ملح طعام.

وتفضل الإبل رعى الأشجار والشجيرات لإرتفاع قوامها وطول رقبتها. وتمتاز الإبل بقدرتها الفائقة على تحمل العطش تحت [illegible]ف الجفاف وتختلف هذه القدرة بإختلاف السلالة والغذاء والظروف الجوية ونوع العمل. والإبل العطشى يمكنها أن تفقد من سوائل جسمها مايوازى ٣٠٪ [illegible]ن وزنها وأن تشرب مايعوض هذا النقص فى ١٠ دقائق وتختلف كمية ماء الشرب تبعا لعوامل شتى أهمها: الظروف الجوية ونوع الغذاء وطبيعة المرعى وإذا كانت ناقة إذا كانت حلوبا أم لا وكذلك على ملوحة الماء وتركيز المعادن إذ يلزم كمية أكبر لغسيل وطرد الأملاح الزائدة عن حاجة الإبل فى البول.

على أن الإبل فى حالة العطش يمكنها أن تشرب أى نوع من الماء تجده. ويتم الحفاظ على الماء بجسم الإبل من خلال التنظيم الحرارى وسلوكيات الإبل والإتزان المائى فهى تتميز بالقدرة على نظام تبريد cooling system وكذلك إلى التحكم الهرمونى الذى تشترك فيه عدة هرمونات. ومن حيث إتزان الماء فيتم عن طريق تقليل إفراز اللعاب وتخزين الماء فى تجاويف النسيج المخاطى فى الكرش الذى يصل إلى النسيج العضلى والذى يتفرع إلى فراغات صغيرة تسمى الأكياس المائية حيث تمتلىء بالماء وتظل مغلقة لكى ينفصل محتواها عن محتويات الكرش وتحوى من ٥ – ٧ لتر ماء. أما الشبكية فبها نفس تركيبات الكرش ولكن الأكياس المائية لاتحتوى إلا على ١ – ٢ لتر ماء، وجدارها أسفنجى يمكنه تخزين المياه. كما أن حيز السوائل خارج الخلايا يزداد تحت تأثير كل من الحرارة المرتفعة والتغذية الفقيرة وهذا يعتبر ميزة للإبل خاصة فى حالة نقص الماء. كذلك يمكن للإبل أن تخرج بولاً تركيز الملح به ضعف تركيز ملوحة ماء البحر، كما أن الروث تصل نسبة المياه به إلى ١٠ جم لكل ١٠٠ جم روث. وكذلك فإن الإبل تختزن جزءاً كبيراً من الماء فى المجرى الدموى حيث يصل عدد كرات الدم الحمراء عند العطش الشديد إلى ١٥ مليون/سم^{٣} بينما هو فى الحالات العادية ٩ مليون/سم^{٣} وبعد الشرب يصل إلى ٦مليون/سم^{٣}. ولم تكن الميزة الوحيدة لكرات الدم الحمراء هو عدم إنفجارها عند زيادة محتوى الماء بل تغير شكلها وحجمها أيضاً أى أن قدرتها ليست فقط فى مقاومة زيادة الماء بالدم بل حفظ الماء أيضاً حيث يزيد قطر كرة الدم الحمراء من أصغر فى حالة العطش إلى أكبر فى حالة الشرب ويتغير الشكل من الشكل البيضاوى المقعر فى العطش إلى الكروى المنتفخ فى حالة الشرب. كما ينخفض معدل التنفس.

والإبل كالإنسان وحيد المعدة – تستخدم الجلوكوز كمصدر للطاقة ولكنها أيضاً تستخدم الأحماض الدقيقة الطيارة كالمجترات. وتقل مستويات الأنسولين فى الدم مع الجفاف وتزداد مع حقن الجلوكوز فالإبل لها القدرة على إحتمال نقص الماء ولكن لها القدرة أيضاً على الأقلمة السريعة لمواجهة أى ضغوط فسيولوجية لمنع فقد ماء الجسم.

لحوم الإبل/الجمل

لم تصنف لحوم الإبل رغم كثرة إستعمال الإبل فى الولائم. وقدرت إحصائيات المنظمة العربية للتنمية الزراعية والمركز العربى لدراسات المناطق الجافة والأراضى القاحلة الأهمية النسبية لإنتاج لحوم الإبل بالنسبة لإجمالى اللحوم المنتجة فى الوطن العربى بما نسبته ٨,٨٪.

وتتطلب مشروعات الإستفادة من قدرات الإبل وتحسينها رأس مال كبير وفترة زمنية طويلة حتى تسترد الأرباح التى يمكن أن يتحصل عليها المال المستثمر ولايتم ذلك إلا بعد عشر سنوات أو أكثر والمعدل الإقتصادى يقدر بحوالى ٨٪ سنوياً.

وغلة اللحم فى الإبل/الجمل تعتمد على عمر الحيوان وجنسه وظروف التغذية وصحته العامة ووزن الذبيحة يزن مايتجاوز ٣٠٠–٤٠٠ كجم ومن النوق (الإناث) ٢٥٠–٣٠٠ كجم ونسبة التصافى فى

الذبيحة تتراوح مابين ٥٢–٧٧٪ والعظام مابين ١٥,٥–٣٨,١٪. والجدول رقم (١) يبين نسبة التصافي واللحم والعظام والشحم إلى وزن الذبيحة.

جدول رقم (١): نسبة التصافي واللحم والعظام والشحم إلى وزن الذبيحة.

الخاصية	عمر سنه	عمر سنتين
نسبة التصافي ٪	٥٠,٤٨	٥١,٢٤
نسبة اللحم ٪	٥٠,٥٩	٦١,٤٩
نسبة العظام ٪	٣٠,٢٢	٢٥,٨٩
نسبة شحم الذبيحة والسنام ٪	٨,٧٨	٩,٦٠

وقد تميز لون شحم السنام باللون الأبيض المائل للحمرة أما لون اللحم عامة فقد تراوح مابين الأحمر إلى الأحمر الفاتح.

وقد وجد El-faer وزملاؤه أن المعادن والبروتين والرماد كانت في أنسجة العضلات المختلفة مشابهة لمثيلاتها في البقر ولكن إحتوى اللحم على نسب أقل من الدهن ١,٢–١,٨٪ ونسبة أعلا من الماء ٥–٨٪ أعلا عن لحم البقر. والسنام كان بها ٨٦,٩٪ دهن.

أما Dawood وزميله فقد وجدا أن عضلات الهيكل إحتوت على ٦٨,٨ – ٧٦٪ رطوبة ، ١٩,٤ – ٢٠,٥٪ بروتين ، ٤,١ – ١٠,٦٪ دهن، ١,٠ – ١,١ رماد. أما الأعضاء الداخلية فقد إحتوت على نسب أعلا من الرماد والصوديوم والحديد عن العضلات الهيكلية وأن بين الأعضاء الداخلية إحتوت الكلاوى على نسب أعلا من الرطوبة والكالسيوم والصوديوم ولكن إحتوت على قيم أقل من البروتين والمغنيسيوم والبوتاسيوم عن الكبد والقلب.

ووجد Dawood في سنة ١٩٩٦ أن الأحماض الدهنية المشبعة بلغت ٣٩,٢٪ وكانت نسبة حمض الأوليك ٣٣٪ وحمض البالمتيك كانت نسبته ٢٨,٩٪ والأستياريك كانت نسبته ٢٥,٩٪. وقد أثر عمر الذبيحة على نسبة الدهن في دهن أنسجة الجمل.

وفي سنة ١٩٩٥ وجد Dawood أن الخبائب steaks المصنعة من ثلاث قطعيات للجمل ذى السنام الواحد متوسط أعمارها ٨، ١٦، ٢٦ شهر كانت القطعيات هي الضلع rib وبيت اللوح chuck والرجل leg فوجد أن عمر الحيوان عند الذبح كان له تأثير جوهري على فقد الطبخ وقيمة القص shear value ولكن لم يكن هناك تأثير جوهري على فقد القطارة drip loss والرطوبة التي يمكن ضغطها expressible ولا على الطراوة أو العصيرية أو النكهة. وأن الخبائب من الحيوانات الأصغر سناً كانت أكثر تقبلاً.

ووجد Rawdah سنة ١٩٩٤ أن نسبة الأحماض الدهنية المشبعة في اللحم بلغت ٥١,٥٪ من كل الأحماض الدهنية وأن الأحماض الدهنية وحيدة عدم التشبع بلغت ٢٩,٩٪ وأن عديدة عدم التشبع بلغت ١٨,٦٪ وأن نسبة حمض البالمتيك كانت ٢٦٪ والأولييك كانت ١٨,٩٪ والليـ[illegible]ـك ١٢,١٪ مع وجود كميات أقل من الأحماض الدهنية العادية والمتفرعة والتي إحتوت على ك١٤ إلى ك٢٢. وأن الأحماض الدهنية المشبعة مزدوجة أرقام سلاسل الكربون سادت بينما بلغت نسبة الأحماض الدهنية الفردية العادية والمتفرعة ٥,٤٪. وأن الأحماض الدهنية الأساسية في دهن السنام كانت

البالمتيك ٣٤,٤٪ والأولييك ٢٨,٢٪ والميرستيك ١٠,٣٪ والأستياريك ١٠,٠٪

الخواص الطبيعية

تزداد نسبة الأنسجة الضامة بزيادة عمر الجمل وترجع صعوبة المضغ إليها وإلى انخفاض نسبة الدهن وعموما يمكن القول أن لحم الجمل ناعم عند عمر سنة ومتوسط النعومة إلى ناعم عند عمر سنتين وخشن عند عمر ٥ سنوات.

وتحتوى العضلات المأخوذة من حيوانات من نفس الجنس على كمية أكبر من الدهن فى الإبل/الجمال صغيرة السن عنها فى الإبل/الجمال كبيرة السن كما تحتوى لحوم الإناث/النوق على كمية أكبر من الدهن عن لحوم الذكور.

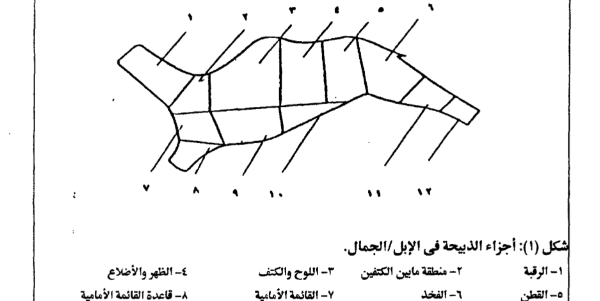
نحر الإبل/الجمال

يتم نحر الإبل/الجمال بذكر إسم الله عليها وهى باركة حيث تعقل (تربط) الأرجل وتثنى الرقبة إلى الجهة اليسرى وتربط الرأس بالرجل الخلفية اليسرى ثم يقوم الجزار بضرب السكين فى نحرها - ملتقى الرقبة مع الجسم حيث يمتد الوريد الوداجى أسفل الرقبة تحميه النتوءات المستعرضة لفقرات العنق - فيتدفق الدم ثم يقوم الجزار بقطع الشريان المار بالرقبة من أعلى ويستمر تدفق الدم لمدة دقيقتين أو ثلاث دقائق.

وتنحر الإبل/الجمال أيضا بذكر إسم الله عليها وهى قائمة وتهيأ للنحر بصف أقدامها كقوله سبحانه وتعالى "فأذكروا إسم الله عليها صواف" (٣٦الحج٢٢) ثم تنحر وهى قائمة على ثلاث معقولة الرجل الرابعة ثم كقوله سبحانه وتعالى "فإذا وجبت جنوبها" (٣٦الحج) أى حتى إذا سقطت على الأرض بعد نحرها وأطمأنت سلخت.

والشكل رقم (١) يوضح أجزاء الذبيحة فى الإبل/الجمال.

(السيد جهاد)



شكل (١): أجزاء الذبيحة فى الإبل/الجمال.

١- الرقبة　٢- منطقة مابين الكتفين　٣- اللوح والكتف　٤- الظهر والأضلاع
٥- القطن　٦- الفخذ　٧- القائمة الأمامية　٨- قاعدة القائمة الأمامية
٩- البطن والأضلاع　١٠- مؤخرة البطن　١١- القائمة الخلفية وقاعدتها　١٢- قاعدة القائمة الخلفية

جنبوزه/تفاح الورد rose apple

(Ensminger)

الإسم العلمى: *Eugenia jambos*

إسم الفصيلة/العائلة: الآسية Myrtaceae

تفاح الورد/جنبوزة شجرة صغيرة توجد فى منطقة الهند والملايو وإنتقلت إلى العالم الجديد حيث تنمو برياً.

والفاكهة مركزها الزهرة rose-centered شكلها مثل البيض حوالى ٤سم فى القطر لونها أبيض مصفر أو وردى pink ولبها أصفر ويوجد به بذرة واحدة أو إثنتان وهى تؤكل طازجة أو يعمل منها مربى أو فطائر الفاكهة pies.

القيمة الغذائية

كل ١٠٠ جم بها ٨٤,٥٪ رطوبة وتعطى ٥٦ سعراً وبها ٠,٦٪ بروتين ، ٠,٣٪ دهن و١٤,٢٪ كربوايدرات، ١,١٪ ألياف وبها ٢٩,٠ مجم كالسيوم، ١٦,٠ مجم فوسفور ، ١,٢٪ مجم حديد، ١٣٠,٠ وحدة دولية فيتامين أ، ٢٢,٠ مجم فيتامين ج، ٠,٠٢ مجم ثيامين، ٠,٠٣ مجم ريبوفلافين ، ٠,٨ مجم نياسين.

جنجل/حشيشة الدينار hops

(Hui & Everett)

الإسم العلمى: *Humulus lupulus*

إسم الفصيلة/العائلة:التوتية

Moraceae (mulberry

بعض أوصاف

الجنجل أو حشيشة الدينار ينمو برياً أو يزرع ليستخدم فى صناعة البيرة (أنظر) والجنجل كرم يعيش لأكثر من سنتين perennial وينمو على سلوك عالية تُربط إلى أعمدة طويلة وتقطف الثمار ميكانيكياً وتجفف فى أفران. وهى وحيدة الجنس وتستخدم فقط الأنثى والزهرة التى تشبه المخروط تجفف على درجات حرارة أقل من ١٢٠°ف ويصبح لونها أصفراً فاتحاً وهذا النوع يوجد فى أوروبا وآسيا وأمريكا الشمالية. وقد تؤكل النباتات الصغيرة كخضر ويستخدم ككمادات للدمامل أو لعلاج الحرارة والديدان والروماتيزم وكمدر للبول وكمسكن. والبعض يعتقد أن هناك ثلاثة أو أربعة أنواع من الجنجل *H. americanus* يوجد من نوفاسكوتيا إلى فلوريدا والجنجل اليابانى *H. japonicus* أو *H. ocandens* يوجد فى اليابان والصين وتايوان.

(Stobart & Ensminger)

الإستخدام

تستخدم حشيشة الدينار/جنجل بأشكال مختلفة فتضغط المخروطات cones الجافة فى بالات bales تزن ٢٠٠ رطل ولكن هذا الشكل يجب حفظها بالتبريد أو تطحن مخروطات الجنجل إلى مسحوق ثم تضغط إلى قريصات pellets ورغم أن هذه إستعمالها أسهل فى تصنيع البيرة فإنه يجب حفظها بالتبريد أيضاً. كما أن الجنجل يمكن أن يستخلص بالمذيبات العضوية مثل الهكسان أو ثنائى الكلورميثان أو بواسطة ثانى أكسيد الكربون فوق الحرج ويستخدم المستخلص فى صناعة البيرة وهو لايحتاج إلى حفظ بالتبريد ولذا فهو مرغوب فى البلاد الإستوائية.

(Hui)

ويتميز الإستخلاص بثانى أكسيد الكربون فوق الحرج supercritical CO_2 extraction والذى يتم عند ٣٥-٨٠°م على ٨٠-٣٠٠ ضغط جوى بأنه يعطى عجينة paste لونها زيتونى أخضر مع تركيز العبير فيها بينما يعطى الإستخلاص بثانى كلوروميثان عجينة ذات لون أخضر غامق أو أخضر مسود بجانب أنه يجب إزالة ثانى كلوروميثان من العجينة بعد إستخلاص الراتنجات.

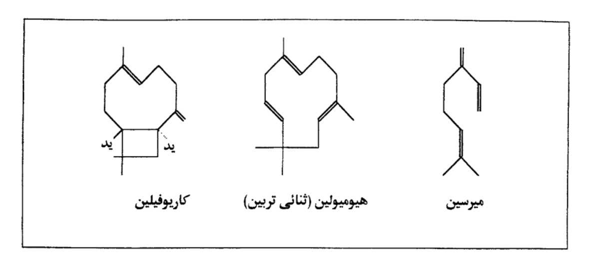
وتعمل المستخلصات على تقليل فقد الراتنجات والزيوت أثناء التخزين وعلى توصيف standardization أحسن للناتج النهائى. وكل ستة بالات منها تحل محل ٢٠٠ رطل حشيشة دينار جافة (مالئة). وتعمل الهدرجة أو الإختزال بواسطة يوروايدريد الصوديوم على خفض أو منع تكون مركبات ذات رائحة مركبتان بتأثير الضوء. والهدرجة تكون مجموعات كحولية من مجموعات الكربونيل. (Matz)

وحشيشة الدينار تعطى نكهة مرغوبة للبيرة وتضبط controls نمو بكتريا الفساد وهى تحتوى على مجموعة من المركبات هيومولونات humulones لاتذوب فى الماء ولكنها تترتب كيماويا أثناء تصنيع البيرة معطية مشابهات الهيومولونات isohumulones وهذه تذوب فى الماء وتعطى البيرة خاصتها المميزة فى الشرب كما أنه يمكن تقديرها فى البيرة لتعبر عن مرارة bitterness البيرة.

هيومولون   مشابه الهيومولون

كذلك يحتوى الجنجل/حشيشة الدينار على زيت طيار به عدة مركبات ذات رائحة ومتطايرة odoriferous بعضها يصل إلى البيرة بعد التصنيع وتختلف ماتعطيه الأصناف المختلفة من الجنجل فى مقدار ماتساهم به فى المرارة أو العبير aroma.

والزيت الطيار عبارة عن تربينات أهمها الميرسين والهيوميولين والكاريوفيلين ,myrcene humulene & caryophyllene ونتائج أكسدة هذه المركبات مهمة فى نكهة البيرة.



كما يوجد فى زيت الجنجل/حشيشة الدينار كحولات مثل اللينالول والجيرانيول geraniol وكيتونات مثل أنديكانون-٢ undecanone-2 وأسترات مثل بيوتيلات الجيرانيل geranyl butyrate وهى تصل إلى البيرة المعدة للشرب ومهمة فى عبير بعض أصنافها.

وتركيب الجنجل/حشيشة الدينار الكيماوى هو: رطوبة ١٠٪، وراتنجات كلية ١٧-٢٠٪ وزيوت طيارة ٠,٣-١,٢٪ وفينولات عديدة polyphenols ٢-٥٪ ودهون وشموع ٣٪ ورماد ٧٪ وسيليولوز ٥٥٪.

والأسماء: بالفرنسية houblon وبالألمانية Hopfen وبالإيطالية luppolo والأسبانية liepulo.

(Stobart)

أنظر: بيرة

جَنَّسَ to homogenize

التجنيس homogenization هو العملية التى يعامل بها مخلوط من المكونات ميكانيكياً لإعطاء ناتج موحد لاينفصل. فمثلاً فى اللبن تتكسر حبيبات الدهن fat globules لتكون مستحلباً ثابتاً فى اللبن أى أنها لاترتفع بتأثير الجاذبية الأرضية gravity لتكون طبقة الكريمة. (Hui)

المجنس homogenizer: أخترع المجنس حوالى سنة ١٨٩٠م. وكلمة مجنس كثيراً ماتستخدم لأى جهاز يسبب التشتت disperses أو يستحلب emulsifies. ولكن التعريف الدقيق للمجنس هو الآلة التى تتكون من مضخة إحلال إيجابى positive displacement pump وصمام تجنيس homogenizing valve الذى هو فوهة محدودة restricted orifice والتى من خلالها ينساب المنتج.

والمضخة تعطى إنسياباً ذا معدل ثابت بالرغم من الضغط أو التحديد restriction للإنسياب الذى يحدثه صمام التجنيس.

ويختلف معدل الإنسياب وكذلك الضغط فى المجنسات المختلفة فهى يمكن أن تعالج ٥٧ لتراً (١٥ جالوناً) فى الساعة فى المجنسات المعملية وحتى ٥٢٩٩٦ لتراً (١٤٠٠٠ جالوناً) فى الساعة فى تلك المستخدمة فى الإنتاج الصناعى. ويمكن أن

يصل أقصى ضغط إلى ٦,٩٠ميجاباسكال MPa (١٠٠٠رطل على البوصة المربعة psi) إلى ١٠٣,٤ ميجاباسكال (١٥٠٠٠ رطل على البوصة المربعة psi) ولكن كلما زاد الضغط المستخدم في المجنس كلما إنخفضت السعة لحجم معين من المكن وهذا يرجع إلى الحد من القوة المسموح بها في إدارة المكنة.

وينساب السائل الجارى تجنيسه ويدفع ضد وجه صمام التجنيس وبعدها ينساب خلال الفوهة المحدودة ويلزم تطبيق apply قوة على الصمام لتعاكس قوة الدفع على الصمام بتأثير ضغط السائل. وهذا الضغط ينتج نتيجة خفض مساحة الإنسياب حيث يدفع الصمام إلى القاعدة seat بينما تعطى المضخة معدل إنسياب ثابت. والقوة التى يعطيها السائل exert تساوى مساحة الصمام المتصلة به (السائل) × الضغط المتولد.

وأجزاء الصمام والأجزاء المتصلة به تصنع من مواد مقاومة للبلاء wear resistant نظراً لسرعة السوائل العالية ولأن بعض المنتجات تحتوى مواداً صلبة معلقة. ولكن حتى الآن فإن ميكانيزم التجنيس غير مفهوم ونظرياته غير كاملة.

وبالرغم من ذلك يستخدم المجنس فى معاملة كثير من منتجات الألبان والأغذية مثل اللبن ومثلوجاته والجبن والزبادى وأغذية الأطفال ومستحلبات النكهة ومركز عصير البرتقال وزبدة الفول السودانى وكاتشاب الطماطم وعصيرها وصلصتها والبودنج.

ويلزم أن يكون معدل تغذية المنتج ثابتاً وبعض المنتجات تحتاج إلى إزالة الهواء deaeration قبل التجنيس وقد يختلف نوع الصمام بإختلاف لزوجة المنتج أو كونه يسبب الإحتكاك abrasive. والمجنس يجب أن يكون صحياً يسهل إزالة أجزائه وتنظيفها أو إحلال غيرها مكانها كما أنه يجب ألا يوجد به أماكن يمكن أن تتجمع trap فيها المنتجات وأن يتحمل العمل ويوثق به. وتختلف الإختبارات التى يمكن أجراؤها على المواد المجنسة تبعاً للمنتج ومتطلبات مراقبة الجودة quality control والمنتج قد تقاس لزوجته، وتغيرها بالنقصان أو الزيادة كما أن مظهر المنتج قد يكون هاماً كالقوام واللون والنعومة smoothness والتحبب graininess أو التلبب pulpiness وقد يختبر للتشتت dispersion مجهرياً لمعرفة تغير حجم المواد الصلبة المنتشرة ومستحلب كاللبن يمكن قياس حجم حبيبات الدهن أو متوسط قطرها.

أنظر: لبن

جنشيان gentian

(Stobart)

هو الجذر الأصفر ذو المرارة الشديدة للجنشيان Gentiana lutea ويستخدم مع بعض المشهيات الكحولية.

وأسماؤه: بالفرنسية gentiane وبالألمانية Enzian وبالإيطالية genziane وبالأسبانية genciana.

جَنّ

تمر الجنة/جريب فروت grapefruit

أنظر: تمر الجنة

جنين embryo / germ

هو أول مراحل التطور فى نبات أو حيوان حيث يمكن التعرف عليه فى الكائنات عديدة الخلايا. وهو فى النبات يكون داخل البذرة وفى الحيوان يكون غير تام النمو ولم يخرج من البيضة أو من رحم الأم.

(Ensminger, McGraw-Hill Dic. & Hammond)

زيت جنين germ oil

زيت الجنين عادة ناتج ثانوى لإنتاج الدقيق من الذرة أو الأرز أو القمح ويستخلص من الجنين ويستخدم فى الصناعات الإضافية وغيرها وهو غنى فى الأحماض الدهنية الضرورية وفيتامين التوكوفيرول (ئى) E.

ويحفظ بحفظه مبرداً للإحتفاظ بأقصى قيمة غذائية له.

(Ensminger)

جَهَد

جُهْد potential

(Hammond)

الجهد هو دالة function أو كمية quantity تعبر عن الجهد المطلوب لتحريك وحدة من نقطة مرجع قياسية standard reference point فى حقل ذى قوة. فالجهد الكهربى عند أى نقطة فى حقل كهربى هو الشغل المطلوب لتحريك وحدة موجبة الشحنة من مالانهاية إلى تلك النقطة.

جهد الأكسدة والأختزال/الأخسدة oxidation-reduction potential / redox potential

الفوق فى الفولت فى قطب خامل inert electrode فى نظام أكسدة -إختزال عكسى. ج‌ـى قياس حالة الأكسدة فى نظام ما.

(McGraw-Hill Dic.)

مقياس الجهد potentiometer

هو جهاز للقياس الدقيق فيه يقاس إختلاف فى الجهد غير معروف ومقدراً بفرق الجهد الكهربى المـوازن ضد electromotive-force (e.m.f) جهد مضبوط adjusted ويحصل عليه من تيار ذى مصدر ثابت. (Chambers)

التنقيط بالجهد potentiometric titration

هو تنقيط تُعين نقطة النهاية فيه بالتغير فى الجهد عند قطب يغمس فى المحلول. وهذا التغير فى الجهد يحدث عندما يتحول المحلول من إحتوائه على المادة التى يراد تقديرها إلى إحتوائه على زيادة من المادة المستخدمة فى التنقيط titrant.

أنظر: أكسد

جهر

المجهرية microscopy

المجهر الضوئى والطرق الهستوكيماوية light microscopy & histochemical methods

الأساس:

المجهر الضوئى جهاز لرؤية التفصيل الدقيق لشىء ما وقد يعمل هذا بخلق صورة مكبرة خلال

إستخدام سلسلة من عدسات زجاجية والتى أولا تؤبر شعاع من الضوء على أو خلال شيء ما وعدسات شيئية محدبة لتكبير الصورة المتكونة.

وفى معظم المجاهير الضوئية فالصور تنظر مباشرة خلال عينيتين ثنائيتين والتى تعمل كعدسة ثانوية فى شكل زجاج مكبر لمشاهدة الصورة المسقطة وهذه الآلات تسمى مجاهر مركبة وكل التكبير هو مجموع تكبير الشيئية وتكبير العينية.

ومدى التكبير يمتد من × ١٠ إلى × ١٠٠٠ مع قدرة تبين فى حدود ٠,٢ ميكرومتر تبعا لنوع وفتحة الثقب (المساحة المتاحة لمرور الضوء) لعدسات الشيئية.

طرق المجهر microscopy techniques

طرق المجهر هى إرتباط بين الطرق المستخدمة فى العلوم البيولوجية وعلوم المواد فنرى العينات خلال الضوء المار transmitted (المار خلال) أو الضوء الساقط (المنعكس) ومصدر الضوء لمبة تنجستن ووحدة أو عدة ملفات أو لمبة هالوجين كوارتز.

طرق التباين contrast techniques

كثير من العينات ومكوناتها غير ماصة وتظهر شفافة وبنقصها أى تباين عندما ترى بالضوء النافذ. وهناك عدة طرق يمكنها أن تعزز تباين الصورة بأقل قدر ممكن من إزعاج العينية.

الإستشعاع fluorescence

تشعيع العينات بضوء قصير الموجات مخصوص يمكن أن ينتج فى المادة بث هذه الطاقة كضوء من موجات أطول وهذا مايسمى إستشعاع flourescence والضوء المبثوث يختلف فى اللون عن ضوء الإستثارة excitation light ويمكن أن يفصل باستخدام مرشحات معينة. وبعض مكونات الأغذية على سبيل المثال الكولاجين واللجنين تستشع طبيعيا بعد الإستثارة بالضوء (إستشعاع ذاتى autofluorescence) وهذا الإستشعاع عادة ضعيف جدا. وكل مجاهر الإستشعاع الحديثة تستخدم الإستشعاع الفوقى epifluorescence وفيها العينة تضاء بواسطة مصدر زئبق عالى الكثافة خلال مقسم شعاع من خلال الشيئية لإثارة الطبقات السطحية فقط من العينة.

ومن أهم طرق تحضير العينات الغذائية هو تحضير شرائح أو قطاعات من العينات وهذه القطاعات تحمل على شرائح ويعزز تباينها بالصبغ المتعدد قبل الفحص بواسطة حقل ضوئى براق.

ويستخدم الميكروتوم فى تحضير قطاعات موحدة وذات سماكة ٥-٥٠ ميكرومتر ويتم دفن العينة وتحفظ كيماويا أو تثبت قبل الغمس والدفن بالشمع أو البوليمر والنجاح يستلزم أن ينفذ الضوء المنبث فى العينة. ويستخدم الفورمالدهيد أو الجلوتاردهيد وبعد التثبيت عادة تجفف العينة بالمذيب قبل الترشيح/التسريب infiltrating ودفنها فى شمع أو بوليمر. وتجميد أو تبلمر وسط الدفن ينتج عنه

تحضير صلب وجاسئ ومنه يمكن قطع القطاعات. وقد تم إحلال راتنجات ومواد مبلمرة محل الشمع. وتثبيت العينات تحت درجات حرارة منخفضة cryostat sectioning له ميزات منها السرعة حيث تجمد العينات بإستخدام نتروجين سائل (-١٩٦°م) ويتم عمل القطاعات على -٣٠°م ويصلح هذا للجيلاتي وغيره. ويستخدم الصبغ لزيادة التباين وقد تستخدم صبغتين أو أكثر وقد تستخدم في صورة أبخرة فاليود للنشا وتتروكسيد الأوزميم للدهون osmium tetroxide. وتقسم الصبغات تبعاً لطبيعة الإرتباط بالعينة فالصبغات الحمضية أو القاعدية تستخدم للإتصال بمواقع موجبة أو سالبة وبذا يمكن أن تستخدم في التفرقة مابين أنواع البروتين المختلفة. إما صبغات الذوبان فتتوقف على ذوبان صبغة في مكون دون آخر. وتوصف الصبغات بأنها هستوكيماوية عندما يستخدم تفاعل كيماوى معين لربط مادة ملونة chromophore إلى مجموعة كيماوية معينة في العينة وأهمها مايستخدم لبيان وجود عديد سكريات مختلفة بإستخدام تفاعل حمض شف الدورى عن طريق تكوين مجموعات الدهيد عقب الأكسدة.

تطبيقات مجهر الضوء
applications of light microscopy

المساحيق : ومنها التوابل المسحوقة والنكهات المجففة بالرذاذ ومساحيق اللبن والمشروبات المجفدة والبروتينات فيمكن معرفة حجمها وشكلها وأحياناً تركيبها الداخلي ويستخدم البرافين السائل كحامل بسيط simple mountant أو يستخدم الجليسرول في وجود دهن.

المنتجات ذات الأساس الحيواني: يستخدم منها التحميل البارد cryostat ومن الصبغ يمكن معرفة الدهن والعضل والنسيج الضام والعظام. وإستخدام الضوء المستقطب يساعد في معرفة مناطق الدهن المتبلر والنسيج الضام والتفرقة مابين نسيج عضلي طازج ومعامل.

الفاكهة والخضر: بالصبغ يمكن معرفة التغيرات في جدر الخلايا ومكونات الخلية من سيليولوز لبكتين وغيرها.

منتجات الخبيز: أمكن فحص التركيب الدقيق لمنتجات الخبيز مثل الخبز والكيك والبسكويت وتتبع التغيرات من المكونات خاصة النشا والبروتين وربطها مع الخواص الفيزيقية والحسية (مثل القوام) للمنتجات النهائية وأمكن بإستخدام الضوء المستقطب تبع جلتنة النشا.

المسح بالمجهر الألكتروني
scanning electron microscopy

المسح بالمجهر الأليكتروني يستخدم شعاع مؤبر من الاليكترونات ليبين خو[illegible] لسطح والفصل للعينة ويعطي معلومات تتصل بتركيبها ذي الثلاثة أبعاد وكذلك له ميزة خاصة من إعطاء عمق كبير للحقل.

الأساس principles

عندما يؤبر شعاع دقيق من الاليكترونات على سطح عينة فان اليكترونات ثانوية تنبعث وإذا جمعت هذه وكبرت فإنه يمكن إستخدامها لخلق صورة تتصل إلى طبوغرافيا سطح العينة. ويسمح لشعاع الاليكترونات بمسح عبر العينة عدة مرات في نمط شبكي raster pattern والتي تتزامن مع مسح

أنبوب شعاع كاثود بحيث أن الصورة تظهر في شكل رقمي مبني على مرقاب تليفزيون TV monitor.

ومعظم المسح بالمجهر الأليكتروني له مدى تكبير × ٢٠ حتى × ١٥٠٠٠٠ على الأقل مع إنحلال في حوالي ٢-٤ نانومتر. ويمكن أن تظهر وكأنها ذات ثلاثة أبعاد. ويجب أن تعمل تحت فراغ عال حتى لايصطدم الشعاع بجزيئات غاز. ومصدر الاليكترونات عادة فتيلة filament تنجستن مسخنة وهذه تعطي سهولة العمل وإنخفاض السعر والبساطة. ويستخدم فولت من أقل من ١ كيلوفولت إلى ٤٠ كيلوفولت.

تحضير العينة specimen preparation

يستخدم وسط دعم من أسمنت فضة وهو يمسك بالعينة جيدا ويحسن التوصيل. ولكن يمكن إستخدام الغراء والجل وشريط لاصق وكربون غروي.

التغطية بالمعدن metal coating

يستخدم تغطية بنفاثة ثنائية diode sputter coating والذي يجري تحت فراغ منخفض. والمادة المغطية تكون الكاثود والعينة الأنود والنفث يجري في بلازما أو جو يولد رذاذا عديد الإتجاهات من جسيمات المعدن وهي ترسب طبقة معدنية ذات سماكة حوالي ١٠ نانومتر وحجم حبيبي حوالي ٢-٥ نانومتر في فلم متصل.

والمعدن المستخدم هو الذهب ولو أنه يستخدم أيضا الفضة والبلاتين والبالاديوم والتنجستن والكروم أو مخاليط من إثنين من هذه المواد.

ويستخدم الآن الكروم بكثرة لإعطاء طبقات رقيقة ودقيقة لاتحجب التفاصيل الدقيقة للعينة وتعطي صورا ذات إنحلال فائق ultrahigh resolution images وترسب تحت فراغ أعلا للوصول إلى حجم جديد دقيق (٠,٥ نانومتر) وطبقة دقيقة (<٥ نانومتر) مستمرة.

طرق التجفيف drying techniques

يلزم إزالة الماء بعناية كبيرة حتى يتجنب أي إنكماش ويستخدم تجفيف النقطة الحرجة critical-point drying وهو يشمل إحلال سائل التجفيف العضوي في العينة بثاني أكسيد الكربون ثم تحويل ثاني أكسيد الكربون إلى غاز في غرفة ضغط. وعند إنطلاق ك أ٢ فإن العينة تكون جافة دون المرور في حالة حدود الأطوار phase boundary وقد صلح هذا النظام مع تحضيرات الخلية الواحدة واللحم والسمك والخضر. قد وجد أن هذا النظام يسبب إنكماشاً أكبر من ٣٠٪ ويسبب تشويهاً لكثير من السطوح وقل إستخدامه.

وبإستخدام التجفيد أمكن إستخدام درجات -٨٠° -٩٠°م ويتسامى الثلج ببطء تحت فراغ منخفض.

المسح بالمجهر الأليكتروني على درجات حرارة منخفضة

تتجمد العينة سريعاً أصلا قبل نقلها إلى منطقة سابقة التبريد في وحدة تحضير مبردة تبريداً شديداً cryopreparation والتي قد تكون متصلة أو غير متصلة بالأجهزة الكيماوية. ويجب لنجاح العملية أن يضمن أنه في التجميد الأصلي أن تتجمد المياه

إلى حالة زجاجية غير متبلرة وأن بقية المكونات يحافظ عليها فى نفس الشكل الموجودة فيه أصلاً.

والمسح بالمجهر الاليكترونى منخفض الحرارة يصلح للمواد السائلة أو شبه الصلبة مثل المرجرين ومواد البسط منخفضة الدهن وصلصات/السلطة وكذلك للأغذية ذات المستوى العالى من الدهون المتبلرة مثل الشيكولاتة والأغذية المجمدة مثل الجيلاتى.

الطرق السائدة auxiliary aalyses

- التحليل الدقيق بأشعة س

X-ray microanalysis

نظم التحليل الدقيق بأشعة س من نوعين: مطياف مشتت طول الموجة wavelength-dispersive spectroscopy ويقيس طول الموجة من أشعة س المنبعثة ويمكن أن يحدد العناصر الأخف. ولكن التقنية الأكثر إستخداماً هى أشعة س المشتتة للطاقة energy-disruptive X-rays وفيها مستويات الطاقة لأشعة س الداخلة إلى المحدد detector تقاس. والتقنية تعطى تحليلاً لكل العناصر الممكن تحديدها معاً وخلال الحاسوب يمكن توليد بيانات كمية وإنتاج خرائط توزيع عناصر لمواد الأغذية وقد أستخدمت فى تقديرات الأغذية أثناء المعاملة والتخزين والتعبئة.

- تحليل الصور image analysis

معاملة الصور تشمل ترشيح حاسوبى وتعزيز ....إلخ لتحسين جودة الصور النهائية من المجهر. ويستخدم فى الحصول على بيانات كمية مباشرة من الصور مثلاً فيما يتعلق بالحجم وتوزيعه وشكل الملامح بجانب المساحات النسبية والقياسات المتطابقة وأساس التمييز بين السمات/المساحات فى أى صورة هو الإختلاف فى مستويات الرمادى grey (التفرقة مابين الأسود والأبيض) عبر الصورة. وصور المسح بالمجهر الأليكترونى يمكن أن تسبب مشاكل بسبب المدى المتسع لمستويات الرمادى داخل الصورة الواحدة. وإستخدام تقنيات التباين العالى خاصة التصوير بالإستطارة الخلفية back scattered يمكن أن يساعد فى مثل هذه المشكلة.

تطبيقات المسح بالمجهر الأليكترونى

ترجع قوة المسح بالمجهر الأليكترونى فى دراسات الأغذية هو مدى عرض تكبيرها والعمق الكبير لتأبيرها ولذا أستخدمت فى تمييز المساحيق كالمكونات المجففة بالرذاذ والدقيق والسكريات والقهوة الفورية والشاى الفورى ...إلخ. فيحصل على معلومات عن الحجم وشكل الجسيمات وبتكسيرها يحصل على تفاصيل التركيب الدقيق الداخلى مثل شكل وتفاعل المكونات الداخلية مثل البلورات وفقاعات الهواء ....إلخ.

وصور المسح بالمجهر الأليكترونى يمكن أن تعطى معلومات تتصل مباشرة بخواص القوام فى الغذاء بطريقة دقيقة ويمكن وصلها بمعلومات عن المعاملة وبيانات هيئة التذوق. وفحص منتجات الخبيز يبين شكل النشا خاصة الحبيبات مع مستويات إرتباطها بخيوط البروتين وهذه معلومات يمكن ربطها بالطريقة التى يمكن للمنتج أن ينكسر بها فى الفم

ويشرح مصطلحات مثل فتوت crumbly أو قصف brittle.

كما أنه يمكن متابعة التغيرات الحادثة أثناء تطور التركيب الدقيق النهائى والمساعدة فى فحص تأثيرات ظروف المعاملة المختلفة و/أو المكونات. فمثلاً أمكن تتبع مكونات الأغذية مثل السكر أو الدهن بما فيها الحجم والشكل لكل منطقة متبلرة. كذلك يمكن التعرف على مكونات الأغذية من أجزاء الزجاج والمعادن والبوية والحشرات والتى تدخل عرضاً أو قصداً أثناء وبعد الإنتاج. وإستخدام المسح بالمجهر الاليكترونى مع أشعة س المشتتة للطاقة يعطى طريقة سريعة لتحديد المكونات الصغيرة (<١مم) والتقنية لاتهدم فالدليل لايهدم.

المجهر الاليكترونى الناقل
transmission electron microscopy

الأساس

مدفع اليكترونى محاط بفراغ عال يسخن لتوليد شعاع من اليكترونات ضيق والذى يسرع نحو العينة بإستخدام عدسات كهرومغناطيسية لتأبير الشعاع الناتج. يمكن تكوين الصورة بإسقاط الشعاع الاليكترونى خلال عينة رقيقة.

وبإستخدام مدافع تستطيع الإسراع بفولتات تزيد على ١٠٠كيلوفولت وحتى ٤٠٠كيلو فولت فقد أمكن التكبير إلى معدل حتى × ٣٠٠٠٠٠ مع إنحلال أحسن من ٠,٢ نانومتر والصورة النهائية تُرى بتأبيرها على شاشة إستشعاعية أو مباشرة على لوح فوتوغرافى أو فيلم. وهى تعمل تحت فراغ قدره > ١٠ ^-٥^ تور للعمل على تقليل تشتيت شعاع الاليكترونات إلى أقل حد ممكن بواسطة جزيئات الغاز وللسماح لها بالمرور خلال المجهر دون تلوث وهذا يجلب معه مشاكل فيزيقية فإن العينة يجب أن تتحمل التعرض للفراغ العالى ولأشعة الاليكترونات ذات الفولت العالى.

تقنيات التحضير preparation techniques

تختلف طرق التحضير إذا ماكان الغذاء سائلاً أو صلباً أو يحتوى نسباً عالية من الماء أو الدهن ر السكريات والمطلوب الأساسى هو إنتاج تحضير رفيع جداً يسمح بشعاع الاليكترون أن يمر خلاله وفى نفس الوقت يكون جافاً ويقاوم الفراغ العالى وإحتمال درجة الحرارة العالية فى الشعاع عالى الفولت.

الصبغ السالب negative staining

الصبغ السالب يمثل واحداً من أسهل الطرق وأسرعها فى تحضير العينة ولكن محصور فى تطبيقات الغذاء فى دراسات المعلقات الخفيفة والمشتقات مثل بروتينات الأغذية والليبوزومات وأجزاء الخلية والبلورات السائلة أو الكائنات الدقيقة ولايمكن إستخدامه فى الأنظمة الكبيرة أو الأكثر تعقيداً.

وفى هذه الطريقة فإن المكونات الجسيمية أو الغروية تفحص مباشرة على شبكة دعم العينة فى المجهر الأليكترونى الناقل بعد أن تكون قد أحيطت به أو دفنت فى صبغه كثيفة الاليكترونات. وهو يتوقف على الصبغة المعدنية حيث تنتج خطاً محيطياً outline للتركيبات بدلاً من التفاعل إيجابياً معها. وبذا تعطى معلومات عن الشكل والحجم

وتفاصيل سمات مثل سوطيات البكتريا bacterial flagella ويستخدم حمض الفوسفوتنجستيك وكذلك خلات اليورانيل ومولبيدات الأمونيوم. ويستخدم مع المجهر الاليكتروني الناقل على درجة حرارة منخفضة تحضيرات مميأه كاملة ومصبوغة سالبا تجمد بسرعة ثم تختبر على المجهر الاليكتروني الناقل على منصة ذات درجة حرارة منخفضة (تحت -١٥٠°م) ونجحت هذه الطريقة مع الفيروسات وتحضيرات الخلية الواحدة.

قطاعات رفيعة thin sectioning

العينة أساسا تحفظ كيماويا أو تثبت ثم تجفف بالمذيب ثم ترشح/تسرب infiltrated وتدفن فى راتنج أو مادة متبلرة. وبالتبلمر (عادة بالمعالجة بدرجة حرارة عالية) فإن الراتنج يتصلب بحيث يمكن قطع قطاعات أو شرائح رفيعة جدا (<١٠٠ نانومتر) من المادة المدفونة بإستخدام ميكروتوم فائق الدقة ultramicrotome.

ومن المذيبات المستخدمة الجلوتارلدهايد وتتروكسيد الأوزميوم وهذا يعمل فى الحالة البخارية ويتحد مع الدهون غير المشبعة.

وتستخدم راتنجات الايبوكسى والميتاكريلاتات methacrylates وقد أمكن وجود أكريلات مأمونة الإستخدام (غير مسرطنة) ولها لزوجات منخفضة وأمكن بلمرتها على درجات حرارة منخفضة بالمعالجة بالأشعة فوق البنفسجية وبذا تقل مشاكل تعريض المواد للبلمرة على درجات حرارة عالية.

والمواد المدفونة يعمل منها قطاعات بإستخدام ميكروتوم فائق الدقة لانتاج شرائط من قطاعات رفيعة جدا (٢٠ – ١٠٠ نانومتر).

والقطاعات المقطوعة تجمع على دعامة شبكة المجهر الأليكتروني الناقل ثم تفحص عادة بعد صبغها لتعزيز التباين وتحديد المكونات. والتباين فى صورة المجهر الاليكتروني الناقل هو نتيجة عدم نفاذية opacity الاليكترون التفاضلية differential electron وعلى ذلك فإن الصبغات ذات التأثير مبنية على أساس التفاعل بين المواد الكثيفة اليكترونيا خاصة ذات الأعداد الذرية العالية مثل الصبغات غير العضوية مثل المعادن الثقيلة.

وتقليديا الصبغ شمل تفاعلا أصليا مع خلات اليورانيل متبوعا بسترات الرصاص لإعطاء صبغ غير متخصص للعينة كلها ثم تحدد المكونات على أساس خواصها الشكلية بدلا من على أساس تفاعلها مع الصبغة.

طرق تحضير منخفضة درجة الحرارة

فى تحضير العينات على درجة حرارة منخفضة جدا cryosectioning يمكن أن تفحص العينات على منصة المجهر الاليكتروني الناقل تحت درجة حرارة منخفضة أو بعد التجفيد. ولكن هناك عدد قليل من التطبيقات فى مجال الأغذية لصعوبة قطع قطاعات رفيعة جدا مجمدة.

تجميد تجزئة/تجميد حفر التكرارات
freeze-fracture/freeze-etch replication

النتروجين السائل الردغي slush (-٢١٠°م) يستخدم ويمكن إستخدام البروبين السائل وكذلك الهكسان كما يمكن إستخدام الجليسرول فيثبط تطور بلورات الثلج. وبعد تجميد العينة تنقل إلى منصة باردة لوحدة تجميد /تجزئة/ حفر etch وتجزئ تحت فراغ ويحضر مماثل كربون/بلاتين من السطح المجمد المجزأ. ويحدث التكرار بتبخير طريقة دعم رفيعة من الكربون يتبعها ترسيب البلاتين على زاوية لإنتاج "ظل" وبذا تبين التفاصيل الطبوغرافية للسطح.

وللعينات التى لها مستويات عالية من الماء فإن التكرارات تعمل بتسامى أو حفر etching لطبقة رفيعة من سطح الثلج. وبعد التكرارات فالعينات تزال من الوحدة وتنظف التكرارات فى منظف و/أو مذيبات لإزالة الغذاء قبل الفحص. ويستخدم محاليل قلوية مركزة مع المنظف أو مذيب عضوى لإزالة المواد الدهنية.

بدائل التجميد freeze substitution

يشمل هذا إحلال الماء (الثلج) فى التحضير المجمد بواسطة مذيب عضوى ثم بعد ذلك راتنج. ولازالت إستخدامها محدوداً فى الأغذية.

ملاحق المجهر الاليكترونى الناقل
transmission electron microscopy attachment

وحدة مسح scanning unit: هذه الوحدة تسمح للشعاع أن يمسح خلال مساحة معينة من العينة مع إضافة محددات مناسبة فإن المجهر الاليكترونى يمكن إستخدامه فى دور تصوير السطح surface imaging mode فإن صور عالية الإنحلال لسطح العينات يمكن الحصول عليها ولو أن غرفة العينة الصغيرة تحد من حجم العينة التى يمكن فحصها. أما فى دور مسح النفاذ scanned transmission mode فميزته قابليته للنفاذ فى العينات السميكة بدون فقد الإنحلال resolution. ولما كان فى الحالتين الصور الناتجة هى اليكترونية/رقمية فإنها لها ميزة أنها يمكن أن تخضع لمعاملة الصورة والتحليل لتعزيز المعلومات.

التحليل الدقيق لأشعة س
X-ray microanalysis

تفاعل شعاع الاليكترونات مع العينة يعطى أشعة س وهذه يمكن جمعها وتعطى معلومات كيماوية وصفية وكمية للعينة وقد أشير إلى ذلك أعلاه. وميزتها هنا هى فى تحديد توزيع وتغيرات التوزيع لعناصر معينة داخل التحضيرات الرفيعة ولها قيمة محدودة بالنسبة لعينات الأغذية حيث أن طرق التثبيت والدفن المطلوبة للمحافظة على التركيب الدقيق كثيراً ماتؤدى إلى إعادة توزيع العناصر فى المادة.

تطبيقات المجهرات الأليكترونى الناقل

أهميته فى تحديد خواص التركيب الفائق للأغذية مع متابعة التغيرات فى القوام والخواص الكيماوية الطبيعية الأخرى فأمكن معرفة مكونات جدر خلايا النبات وأمكن تحديد مكونات منتجات الحلويات (لبن الشيكولاتة) وأمكن بإستخدام طرق درجات الحرارة المنخفضة أن يعرف ويحدد المكونات

وحجمها وشكلها (حبيبات الدهن) ومدى تجمع البروتين وأن تقدر التغيرات الناتجة من العمليات المختلفة مثل الحرارة والقص/الجز وتغيرات رقم جيد والمكونات المختلفة.

تحليل الصور image analysis

تحليل الصور هو عملية إستخلاص معلومات كمية من الصور بإستخدام حاسوب متخصص مجهز بنبيطة device تصوير عادة كاميرا تليفزيون كمدخل input وعلى ذلك فهو يبتدىء بالصورة وينتهى بمخرج فى بيانات عددية وهذا يميزه عن تقنية معاملة الصور حيث الإبتداء والإنتهاء فى شكل صورة.

خردوات the hardware

المجهر microscope: عادة مجهز برأس trinocular للسماح بالرؤية المباشرة للعينة ولتركيب كاميرا تليفزيون.

كاميرا تليفزيون: تستخدم كاميرات تليفزيون قياسية فى التطبيقات التى لاتحتاج إلى تحديد أعلا للصورة highest image definition.

أنالوج إلى محول رقمى: نبيطة تحول إشارة الفولت المستمر الخارجة من الكاميرا إلى أعداد متتابعة مثل الفولت عند فترات أخذ العينات.

(Macrae)

جَهَزَ

جهز الذبيحة أو الداجنة to dress

أنظر: جَزَر

جاد

الجودة quality

(Hawthorn)

تشير كلمة الجودة عند إستعمالها بالنسبة للغذاء إلى الخصائص attributes التى تجعل الغذاء سائغاً للشخص الذى يأكله. وبوجهة عامة فإن هذا يشمل العوامل السلبية من غياب أى كائنات حية دقيقة ضارة أو أى مواد أخرى غير مرغوب فيها سواءاً أضيفت عن قصد للغذاء أو وصلت إليه عرضاً.

أما مراقبة الجودة فى حفظ ومعاملة الأغذية فيقصد بها - عند تطبيقها بكفاءة - المحافظة على الخواص الأصلية للمواد الخام-الغذاء وليس تحسينها لأن الحالات التى يمكن تحسين جودة الغذاء بمعاملته بطريقة ما محدودة.

وتهدف مراقبة الجودة إلى الوصول إلى درجة أو مقياس standard من الجودة فى الناتج الذى يجرى إنتاجه بقدر يتفق مع السوق الذى يقصد إستهلاكه فيه وبالسعر الذى يمكن أن يباع به.

ولينجح نظام مراقبة الجودة يجب أن يحقق:

١- أحسن إغراء لشراء هذا الناتج من حيث قيمة ثابتة بالنسبة للسعر.

٢- تقليل الفقد بمنع الأخطاء قبل حدوثها.

٣- زيادة كفاءة العملية بالإستخدام الأمثل للمعلومات المستنقاه من إختبارات مراقبة الجودة.

٤- تقليل شكوى المستهلك - الزبون - والمحافظة على صورة الماركة والثقة فيها.

٥- المساعدة على خفض التكاليف بالفحص الدقيق للمواد الخام ولعمليات المعاملة processing operations.

٦- صيانة المستهلك من أى تسمم غذائى أو مخاطر أخرى بضمان سلامة الناتج.

٧- تزويد الإدارة management بالدلائل الإيجابية على إتباع القوانين واللوائح المتعلقة بكل نواحى جودة الناتج.

تحقيق مراقبة جودة الأغذية

لتحقيق مراقبة جودة ناتج ما فإنه من الضرورى تحديد الخواص المرغوبة فى هذا الناتج وعلى ذلك فيجب تحديد مواصفات هذا الناتج بالتفصيل بقدر الإمكان بحيث يمكن أن تعرف خواص الناتج عن طريق إختبارات معملية موضوعية ولكن مع الأغذية يصعب أحياناً تحقيق ذلك مع بعض الخواص كالنكهة مثلاً وفى مثل هذه الحالات فإن وصفاً دقيقاً يصلح كمرجع فى غياب مصطلحات كمية.

ونظراً لأن الناتج يمر فى ثلاث مراحل قبل أن يكون معداً للإستهلاك فإن مراقبة الجودة يجب أن تشمل هذه المراحل الثلاث:

أ- المواد الخام raw material control.

ب- العمليات التى تمر بها هذه المواد الخام process control.

جـ- الناتج النهائى finished product inspection.

أ- المواد الخام

يدخل الكثير من المواد فى إنتاج ناتج واحد وذلك مثل المواد الملونة أو التوابل أو الملح أو السكر ولكن بعضها يستخدم بكميات صغيرة قد تكون أحياناً غير جوهرية فإذا فحصت جميع هذه المواد بالتفصيل وعلى فترات قصيرة فإن هذا يجعل التكاليف باهظة وعلى ذلك فإنه:

١) تحدد المادة الخام أو المواد الخام التى تعتبر سائدة فى ناتج ما وتخص هذه بالإهتمام الأول. فمثلاً فى شوربة الطماطم يكون هريس الطماطم هو المادة الخام السائدة والدقيق هو المادة السائدة فى عمل الخبز. ولكن فى سلطة الفواكه فإن عدة فواكه تكون هى ذات الأهمية الأولى وكذلك الحال فى حالة المثلوجات اللبنية فإن عديداً من المواد الداخلة فى تكوينها لها أهمية متساوية تقريباً.

٢) وفى إجراء إختبار أو إختبارات على مادة خام ما يراعى إجراء الإختبار الذى يعطى النتائج التى تتعلق بعمل هذه المادة فى الناتج أو فى العملية أو العمليات التى تجرى لإنتاج هذا الناتج. فمثلاً الملح: ما مقدار ملوحته وما نوع الشوائب الموجودة به إذا كانت هذه الشوائب ستؤثر على الناتج. والسكر ما مقدار نقاوته وما لون المحلول المحضر منه. والدقيق ما مقدار الجلوتين الموجود به ودرجته وهل يناسب الناتج الذى سيصنع منه خبزاً كان أو بسكويتاً أو كيكة وهكذا. والإختبارات التى تتم سريعاً وتعطى معلومات يمكن إستخدامها لتجنب حدوث أخطاء ربما تكون أهم من إختبارات أخرى أكثر تفصيلاً ولكن تأخذ وقتاً

فالسرعة ربما فاقت الدقة فى هذه الحالة حتى لو أدى الأمر إلى إستخدام أجهزة غالية الثمن لأنها ستوفر على المدى الطويل.

٣- ولأنه يجب عدم إستخدام المادة الخام قبل معرفة نتائج إختبارها ولأن الإنتاج دائماً تحت ضغط عدم التأخر وأنه يجب التعاون بين قسم مراقبة الجودة والمخازن والإدارة بحيث لايظهر قسم مراقبة الجودة على أنه المعطل للإنتاج.

٤-وتتصل مراقبة جودة المواد الخام إتصالاً وثيقاً بمراقبة جودة العملية أو العمليات التى تمر بها لأنه أحياناً يحتاج الأمر إلى عمل تغييرات فى المواد الخام المستخدمة كإستخدام لبن كامل بدل لبن فرز مثلاً أو إستخدام لبن سائل بدلاً من لبن جاف ولذا يحسن عمل رسم تخطيطى إنسيابى flow diagram مبيناً فيه الخطوات المختلفة التى تمر بها المواد الخام للحصول على الناتج مع بيان إحتمالات التغيير التى قد يضطر إلى اللجوء إليها ثم يختار عدد من النقاط أو الخطوات الحرجة التى ربما تنتج منها بعض المتاعب التى قد تؤثر على الناتج النهائى.

٥- وعند كل من هذه النقاط الحرجة تبين الخطوات التى تتخذ للتقليل من أى تغيرات قد تحدث وربما أيضاً مايمكن عمله لتجنب مثل هذه المتاعب تماماً فى المستقبل.

أما بالنسبة لفحص الناتج النهائى فإنه إذا كان الناتج النهائى معيوباً فلايوجد مايمكن عمله إلا رفضه فالواقع أن فحص الناتج النهائى لايؤدى الا جزءا صغيراً من نظام مراقبة جودة جيد فوظيفته أن يؤكد أن الأجزاء الأخرى من مراقبة الجودة قد أدت وظيفتها وأيضاً يبرز نقاط الضعف فيها وعلى ذلك فعدد مرات أخذ العينة سينخفض ولكن لابد من إجراء عدد معين منها يحدده نوع المعلومات التى ترجى من هذه العينات ولأى دفعة من الناتج يمكن محاولة الوصول للنتائج التى تمثلها أسئلة مثل:

- هل يحقق الناتج المتوقع منه عند إجراء إختبارات المادة الخام؟
- هل الناتج صحى من وجهة نظر الكائنات الحية الدقيقة؟
- هل يظهر الناتج أى أخطاء غير متوقعة أو غير عادية؟
- هل هناك صدأ على العلبة أو عدم جودة الروشم أو عدم وضوح الرمز code أو وجود مواد غريبة؟

ففى الواقع هذه الأسئلة تعكس رؤية المستهلك لهذا الناتج وهل يمكنه أن يضع الثقة فيه.

وجميع نتائج الفحوص التى تجريها مراقبة الجودة يتم تدوينها فى جداول يراجعها المشرف على مراقبة الجودة الذى يفحص أ[illegible]اً العينات المفحوصة من الناتج النهائى.

إذا وجد أى إختلافات بين نواتج فحص الناتج النهائى وماوصلت إليه مراقبة الجودة فإنه يتم مناقشة ذلك بين المشرف على مراقبة الجودة والمشرف على الإنتاج. وعلى أساس نتائج تحضين الناتج - أو عينات منه - يتم السماح بتخزين الناتج تمهيداً لتسويقه.

وتؤدى جداول مراقبة الجودة عدة أغراض فهى ملخص مستمر لمدى جودة العمل فى المصنع وهى مرجع لإستخدامه عند وصول شكاوى من المستهلك كما أنه بفحص هذه الجداول فى نهاية الموسم يمكن معرفة إذا كانت المراقبة أدت وظيفتها بالكفاءة المرغوبة وأيضاً إذا كانت المراقبات المختلفة قد أعطت نتائج تساوى متاعب وتكاليف إجرائها كما يتم التعرف على ماقد يكون هناك من نقاط عدم كفاءة فى عمل الخط وهل يحتاج الأمر إلى تغيير فى المكن أو الطرق للتحسين. بل إن هذه الجداول يمكن إستخدامها لمعرفة مدى كفاءة كل من يعمل فى مجال مراقبة الجودة.

كذلك يمكن إجراء إرتباط بينها وبين إحصاءات الإنتاج وبعض هذه المعلومات يمكن إستخدامها فى معرفة التكاليف.

ويلاحظ أن الشخص المشرف على مراقبة الجودة يعمل على عدم وجود عدم ثقة أو شك فى قسمه بإقامة علاقات جيدة مع الأقسام الأخرى وحتى طلب النصيحة منهم حتى عندما لايحتاج إليها.

مراقبة الجودة للكائنات الدقيقة

(Mossel)

إذا أريد الحصول على ناتج خال من كائن ممرض pathogen فإن طرق المعاملة المستخدمة يجب أن تعتمد على تقدير مستوى نهائى مقبول من الكائنات الممرضة فى الغذاء كما سيكون أمام المستهلك. وهذا يدخل فى مجال مايعرف بإسم تحليل المخاطر risk analysis وهذا يشمل بطريقة أساسية: أ- الخطر الذى تتعرض له صحة الإنسان من عامل ضار. ب- المدى الذى يمكن خفض هذا الخطر إليه بالتدخل الخارجى.

بمعنى آخر فإن تحليل المخاطر يشمل تقدير إحتمال أنه فى أى وقت من فترة ما لن يتعرض عضو ما فى مجموعة معينة لعدد من وحدات عدوى الكائن الممرض الذى ينتقل عن طريق الغذاء يساوى أو يفوق الجرعة الصغرى الممرضة minimal infectious dose والتى تعرف على أنها أقل عدد من الخلايا التى تسبب عدوى وينتج عنها أعراض مرض فى شخص كان فى حالة صحية قبل ذلك.

والإحتمال المذكور أعلاه يتوقف على متوسط عدد وحدات العدوى من كائن ممرض معين فى كل جزء من الغذاء الذى يتم إستهلاكه وعلى عدد الأجزاء portions التى تأكلها المجموعة كلها whole population فى فترة معينة من الزمن.

إختبارات التذوق ومراقبة الجودة

(Gridgeman)

إن مراقبة جودة منتجات الألبان والمشروبات أدت إلى كثير من أبحاث هيئات التذوق taste panels. وعموماً فإنه عندما يختبر الأنسان عينة من غذاء فإن المرغوب فيه هو معرفة واحد أو أكثر من الآتى:

١- وصف characterize التغيرات الحسية فى الغذاء. وهذه التغيرات قد تكون طبيعية أو ترجع إلى تعديل فى المعاملة التى تجرى على هذا الغذاء.

٢- للتفرقة - وكثيراً مايكون ذلك مع أمل الفشل - بين دفعات أو عينات أو مصادر غذاء معين.

٣- للتأكد من أن الجودة يمكن أن يمثلها دليل index رقمى بسيط أذ أن هذه الجودة لها أبعاد متعددة multidimensional.

٤- للمساعدة على إيجاد مقاييس standards (معايير) فى مجالات معروفة من الأغذية الخام أو المعاملة.

٥- لإعطاء درجات للنواتج الغذائية تبعاً لنظام تقسيمى للجودة قد يؤثر على السعر والغرض.

٦- للمساعدة على إيجاد علاقة تستخدم فيما بين كل من البيانات الموضوعية objective والحسية sensory من ناحية وتقبل المستهلك من ناحية أخرى.

٧- لتجميع معلومات تتعلق بمقدار تمييز discriminating وتفضيل hedonic ناتج معين بواسطة مجموعات مختلفة من الناس.

بمعنى آخر أن الإنسان هنا يستخدم كآلة ويمكن أن تلخص الأغراض التى تستخدم فيها فى:

أ- إختبارات فرق difference testing: خاصة فى مراقبة الجودة وعادة تجرى بواسطة هيئة تذوق صغيرة بدون خبرة كبيرة أو تمرين كاف.

ب- ترتيب الناتج product rating: تبعاً لفئات categories متفق عليها وعادة منمرة numbered وفيها يحتاج الأمر إلى هيئة حساسة من محكمين judges متمرنين تمريناً جيداً.

جـ- تقييم التقبل acceptability appraisal: وهذا يختص بصفة أساسية بالسرور delectability الذى يضفيه ناتج جديد أو معدل. والمرجع الأخير هو المسح الذى يجرى على المستهلك ولكن يحتاج الأمر إلى إجراء إختبارات أولية بواسطة أعضاء هيئة تذوق غير خبراء ويفضل أن يكونوا من الموظفين غير التقنيين.

مراقبة الجودة والإحصاء

(Steiner)

لقد رأينا أنه لتقدير الجودة لابد من إجراء قياس ما لجزء من الناتج سواءاً كان هذا القياس كيماوياً أو فيزيقياً أو حسياً chemical, physical or organoleptic. وعند إجراء عمليات أو قياسات متشابهة فى أوقات مختلفة أو بواسطة أشخاص مختلفين على نفس الشيء فإن النتيجة نادراً ما تتفق بالضبط. والنتيجة تكون موضوع خطأ error قد يكون صغيراً أو كبيراً تبعاً للظروف. وقبل إستخدام هذا القياس لتقدير جودة الناتج فإن مدى الخطأ الممكن يجب أن يكون معروفاً وهنا يأتى دور الإحصاء لتعطى الأساس لمدى الثقة reliability الذى يمكن حسابه calculated لأى ناتج.

والخطأ هنا إحصائياً لاينتج عن إهمال ولكن كل قياس فى سلسلة من التقديرات يعتبر صحيحاً وأنه تقدير لقيمة "حقيقية" يرغب فى تحديدها.

وبإستخدام الإحصاء يمكن أن يعبر عن مقدار الخطأ فى العينة بطريقة كمية.

ويمكن بالطرق الإحصائية التعرف على مدى جوهرية القياسات المتحصل عليها وهل هناك فروق جوهرية بينها.

بل أن الإحصاء هو الذى يساعد فى الحصول على العينات الإعتباطية random samples دون التأثير بالعامل الإنسانى.

كذلك يساعد الإحصاء فى عمل خرائط المراقبة control charts التى تساعد فى التحكم فى عمليات الإنتاج للمحافظة على مقياس معين فى الناتج.

وأيضاً يساعد الإحصاء فى معرفة الحدود التى يمكن أن يسمح بها فى تغيرات نسبة مكون معين فى الناتج الغذائى والتى ترجع للتغيرات غير المنحازة biased فى الناتج.

ويستخدم المشتغلون فى مراقبة الجودة الإحصاء أيضاً فى معرفة مدى دقة الطرق – سواءاً تحليلية أو غيرها – التى يستخدمونها فى عملهم ويقصد بذلك التغيرات فى الناتج بسبب طريقة ما عند إستخدامها فى عمل مقاييس متكررة تحت ظروف معينة على العينة.

مقاييس الأغذية food standards

مقاييس الأغذية تستطيع أن تساعد الأغراض التى يهدف إليها منتجو الأغذية من إنتاج مايكفى مما هو محتاج إليه required والأغراض التى يهدف إليها أيضاً معاملو الأغذية – صانعو الأغذية – ومناولوها processors & handlers الذين يجب عليهم أن يحفظوا المحصول ويتجنبوا الفقد ويجعلوا الغذاء متاحاً فى شكل مقبول وبجانب ذلك فإن صحة المستهلك يجب المحافظة عليها.

ومن هنا كان قول كتيب طرق دستور الأغذية الدولى Codex Procedural Manual أن هناك سببين رئيسيين هامان لوضع مقاييس الأغذية:

١- حماية صحة المستهلك protecting the consumer's health.

٢- أن يكون هناك معاملات عادلة فى تجارة الأغذية ensuring fair practices in the food trade بما معناه مقاومة المعاملات غير العادلة.

كما أن هناك أسباباً أخرى منها:

٣- تسهيل التسويق والتوزيع. ففى وجود المقاييس يمكن أن يطمئن المُنْتِج أن بضاعته يمكن أن تباع فى السوق الدولى كما أن المشترى يمكنه أن ينشد إحتياجاته فى الأسواق العالمية.

٤- يمكن أن تكون المقاييس أساساً لتحديد السعر أو تعديله بين البائع والمشترى.

وربما ليكون للمقاييس الدولية للأغذية أهمية عملية فإنه يحسن إن لم يكن يجب أن: ١- ينص على المطلوب بوضوح وبغير غموض. ٢- أن يمكن تحقيقها عملياً. ٣- أنه يمكن الإعتماد عليها فى ضبط المخالف. (Murray)

مواصفات الأغذية Food specifications

المواصفات لكى يكون لها قيمة يجب أن تكون بحيث يمكن تطبيقها والعمل بها وليست نظرية بل يمكن أن تستخدم فى المصنع لإنتاج المنتجات ذات الجودة المرجوة. (Goldenberg)

والمواصفات يجب أن تغطى جميع أوجه الإنتاج وعلى ذلك فهى يجب أن تشتمل على التفاصيل الآتية:

١- المواد الخام التى تتصل بالناتج relevant.

٢- مواد التعبئة: أ- مواد التعبئة الداخلية inner التى تتصل بالغذاء. ب- الكرتونات الخارجية.

٣- مراقبة المعاملة process control: فى نقاطها الأساسية key points قائمة بالنقاط الأساسية فى الإنتاج والتى لها تأثير رئيسى على جودة الناتج النهائى مثل: وزن المكونات، الخلط، مراجعة الوصفات، التسخين المبدئى إن وجد، زمن ودرجة حرارة الطبخ أو الخبز أو التحمير ، زمن ودرجة حرارة التبريد بعد المعاملة بالحرارة، الفحص النهائى، اللف wrapping.

٤- فحص الناتج النهائى examination of final product: من المهم فحص الناتج النهائى فى نفس الظروف التى سيشتريه فيها المستهلك أى بعد التعبئة واللف وأيضاً بعد نهاية عمر الناتج عند المستهلك end of customer life وهذا الفحص يجب أن يشمل الوزن، والحجم، والشكل، واللون، والقوام، والجودة الأكلية eating quality والنكهة. التحليل الكيماوى إذا كان الأمر يحتاج إليه مثل النسبة المئوية للرطوبة والدهن والبروتين والملح والكربوايدرات ...إلخ. تحليل الكائنات الدقيقة حيث يكون التعقيم هو أحد الأهداف مثل فى المنتجات المعلبة أو البسترة كالبيض المجمد أو حيث يكون الناتج معرضاً للتلف* perishable وحيث يجب إنتاجها تحت مقاييس كائنات دقيقة معروفة defined bacteriogogical standards. حساب التكوين الغذائى : فتحسب النسب المئوية للبروتين والدهن والملح والكربوايدرات ... وكذلك السعرات التى تعطيها ١٠٠ جم من الناتج، وكذلك يجب النص على وجود جلوتين القمح أو دهون حيوانية ...إلخ لمقابلة الإحتياجات الصحية والدينية/العرقية ethnic.

٥- ظروف التخزين فى المصنع: عند الإحتياج تضّمن ظروف التخزين فى المصنع فى المواصفات بحيث لايكون هناك أى شك فيما يحتاج إليه فيه وهى يجب أن تشمل طول مدة التخزين ودرجة الحرارة لكل منتج.

٦- عمر الرف shelf life: كل المواصفات يجب أن تذكر عمر الرف المنتج سواء أيام أو أسابيع أو شهور أو سنوات مع ذكر درجة الحرارة بالتقريب وتقسم المدة المذكورة إلى قسمين الأول من الإنتاج إلى البيع والثانى فى منزل المستهلك وهذا الجزء الذى لايذكر فى كثير من الأحيان هو لضمان سلامة المستهلك فى خلال المدة المتاحة لإستهلاك هذا المنتج. مع ذكر توصيات بظروف التخزين وعمر الرف فى المنزل. مع طبعها على مادة اللف wrapper فى لغة بسيطة ومفهومة مثل:

أ- كُلْ يوم الشراء أو حرِن فى الثلاجة لمدة لاتزيد عن "س" يوم.

ب- يؤكل فى خلال "س" يوم من الشراء.

ج- لأكلها فى أحسن حالاتها إفعل "ذلك" فى خلال "س" يوم أو "أسبوع" من الشراء.

---

* تعرف الأغذية القابلة للتلف على أنها الأغذية المعاملة processed التى تسمح بنمو الكائنات الممرضةو/أو المسببة للفساد pathogenic and/or spoilage إذا كانت ملوثة وإذا احتفظ بها تحت ظروف مناسبة لنمو الكائنات الدقيقة.

٧- النقل transportation: بالنسبة للمواد المبردة أو المجمدة فتذكر ظروف النقل خاصة درجة الحرارة.

٨- البيع بالتجزئة retail sale: يذكر في المواصفات ظروف بيع كل غذاء خاصة للمواد الغذائية القابلة للتلف* والمواد المبردة chilled والمواد المجمدة.

٩- المناولة في منزل المستهلك handling in the consumer's home: يذكر مدة وظروف تخزين كل غذاء عند المستهلك قبل إستهلاكه خاصة بالنسبة للأغذية المجمدة والقابلة للتلف مثل الأغذية المبردة chilled وبعض الفواكه والخضروات الطازجة ذات العمر القصير مثل الأفوكادو والخوخ والفروالة والطماطم ...إلخ.

جاز

الجوزة **nut**

أنظر: ثمرة

الجوز/عين الجمل **walnut**

إسم الجوز/عين الجمل walnut يطلق على حوالي ١٢ نوعا species تتبع الجنس genus: *Juglans* وأهمها في إعطاء الجوزة nut إثنان: (McGraw-Hill Enc.)

الإسم العلمي

الجوز الفارسي أو الإنجليزي *Juglans regia* (Everett)

الجوز الأسود *Juglans nigra* (Ensminger)

وهناك أيضا

الجوز الأبيض أو جوز الزبد butternut *Juglans cinerea*

إسم الفصيلة/العائلة: الجوزية Juglandaceae (Everett)

بعض أوصاف

أشجاره متساقطة deciduous كبيرة وأوراقه ذات رائحة مركبة ريشية والتلقيح بواسطة الريح وقشو. الجوزة ذات أخاديد عميقة.

والجوز الأسود وغيره تنتج مادة سامة تسمى جيجلون juglone عبارة عن نافثاكينون naphthaquinone تثبط نمو كثير من النباتات عندما تتصل الجذور ببعضها، ويتضح ذلك أكثر في حالة الطماطم والالفالفا والرودندرون rhododendron والتفاح والصنوبر ولكن بعض النباتات خاصة بعض الحشائش وتوت العليق الأسود black rosphersy قد تنشطها جذور الجوز.

الجوز الأسود: هو شجرة كبيرة قد تصل إلى ٣٠مترا في الإرتفاع و ٠,٩-١,٢ مترا في القطر. والثمرة كروية حوالي ٣٨ - ٦٤مم في الطول تكون واحدة أو أثنين أو ثلاثة في عنقود. وتتكون من قشرة لحمية خارجية حوالي ١٣مم في السمك بداخلها الجوزة ذات القشرة الصلبة حوالي ٣٢ - ٣٨مم في الطول والحب kernels الذي يتكون من الفلقات يغلفها غطاء للبذرة غشائي membranous seed coat يتحول إلى اللون البني إذا بقيت الجوزة في القشرة.

وخشب هذه الشجرة لونه بني غامق وصلب ويتحمل ويصلح لعمل الأثاث وغيره.

ويبلغ متوسط الحبة حوالى ١٠ – ١٢٪ ولكن بالتربية أمكن الوصول إلى ٢٠-٣٠٪ حبة kernel. وهى تستخدم فى مثلوجات الألبان والقند ومنتجات الخبيز وتدرج حسب الحجم وتعبأ فى أكياس من اللدائن أو فى برطمانات زجاجية أو فى علب معدنية. وتطحن القشور الصلبة وتستخدم فى الحفر للبترول وغير ذلك.

الجوز الفارسى/الإنجليزى: هو أهم أشجار الجوز المعطية للجوز وأصلها أواسط آسيا إلى آسيا الصغرى والأشجار كبيرة ذات رؤوس مستديرة تعيش طويلا وهى بجانب إعطاء جوز يصلح خشبها لعمل البنادق والأثاث وغير ذلك. والأوراق مركبة ريشية تختلف فى الشكل والحجم وعدد الوريقات والثمار بيضاوية oval حوالى ٣٨-٥٣مم فى الطول والقشرة اللحمية الخارجية حوالى ٦مم تنشق بغير إنتظام عند النضج معطية الجوزة nut. وبطريق التربية أمكن الحصول على ثمار كبيرة ذات قشور رفيعة. ويختلف المحصول من عام إلى آخر تبعا للصقيع والمطر وغير ذلك. وربما أعطى الفدان ٤ أطنان ولكن عادة ٢-٣طن.

(McGraw-Hill Enc.)

الحصاد harvesting

يكون عين الجمل معدا للحصاد عند نضجة بعد أن يتحول النسيج مابين الحبة kernel والبطانة الداخلية inner lining إلى اللون البنى مباشرة. فبعد ذلك بقليل يمكن هز الجوز من على الشجر وإذا تأخر الحصاد يغمق لون الحبة ويسمح للفطر بالنمو وبدخول دودة. ويمكن كما يحدث فى كثير من البلاد جمع المحصول باليد بعد وقوعه على الأرض. ولكن هناك مكن خاص بهز الشجر فيقع الجوز على الأرض السابق تنظيفها ثم يجمع بالآلات ثم ينقل إلى حيث تزال القشرة hulling حيث يزال مايتبقى منها ميكانيكيا ثم تنظف بواسطة فرش ومنها تنقل إلى التجفيف حيث تعامل بدفع هواء على درجة حرارة ٤٣°م لمدة ٢٤-٣٦ ساعة.

(Ensminger)

ويجب عدم ترك الجوز فى الشمس لأكثر من ساعتين وإلا انشق. وتنخفض جودة حفظه وهناك دراسات على علاقة نسبة الرطوبة بتكسر الجوز.

(Stobart & Hui)

المعاملة

الجوز الفارسى يسوق أحيانا (حوالى ٤٠٪) فى قشرته وهو يدرج بالحجم ويبيض blanched (يزال لونه) ويعبأ فى أكياس. والباقى تزال قشرته ميكانيكيا وتدرج الحبة تبعا للون والحجم ثم تعبأ. والدرجات الواطية تستخدم لإستخراج الزيت وعمل دقيق القشرة shell flour.

(Ensminger)

الإختيار

الجوز فى القشرة يجب أن يكون خاليا من أى إنفلاق splits أو شقوق cracks أو بقع stains أو حفر holes والذى عليه فطر يعتبر غير مأمون للأكل. واللحم nut meat (اللب-الحبة) يجب أن يكون غضا ممتلئا plump موحد اللون والحجم إلى درجة معقولة. وقد تعامل بمضادات الأكسدة لإطالة عمر الرف.

الجوز الأخضر green walnut

يستفاد من الجوز الأخضر في جميع مراحل النضج وللتخليل تؤخذ الثمار خضراء مع عدم تكون القشرة shells بعد. ويحضر منها مخلل وكتشاب ketchup ومربى. وقد يحضر منها مشروب كحولي nocino وقد تقشر الحبة وتحفظ في شراب سكري وغير ذلك.

(Stobart)

مخلل الجوز/عين الجمل

يستخدم جوز غير ناضج فيعامل بماء ساخن scalding ويقشر skinning للسماح للخل بالنفاذ وإسراع التخليل. ثم يوضع في مأج (١٠٠ - ١٥٠ جم ملح/لتر) ويترك تحت هذا المحلول لمدة ٦ أيام ويقلب مرة في اليوم ثم يغير المأج ويترك لمدة أسبوع آخر. ثم يصفى ويبسط في طبقة واحدة ثم يوضع في الشمس ويقلب من آن لآخر لمدة حوالي ٢يوم ثم تعبأ الثمار السوداء في برطمانات وتغطى بالخل المضاف إليه توابل وتقفل وتترك على الأقل لمدة شهر ويفضل عدة أشهر.

أما الجوز الناضج فيستخدم في الحلوى والكيك ومثلوجات اللبن كاملاً أو مكسراً وقد يستخدم في السلطة وفي أكلات أخرى مع الطيور أو الأرز.

زيت الجوز/عين الجمل walnut oil

كان زيت الجوز يستخدم في السلطات والطبيخ ولكنه أصبح أغلى من زيت الزيتون. كذلك فله طعم خاص ويتزنخ بسرعة.

القيمة الغذائية (Ensminger)

القيمة الغذائية		الجوز الأسود	الجوز الفارسي
رطوبة	٪	٣,١	٣,٥
سعر	/ ١٠٠ جم	٦٧٨,٠	٦٩٤,٠
بروتين	٪	٢٠,٥	١٥,٠
دهن	٪	٥٩,٦	٦٣,٤
كربوايدرات	٪	١٤,٨	١٥,٨
ألياف	٪	١,٧	٢,١
كالسيوم	مجم/١٠٠ جم	-	٩٩,٠
فسفور	مجم/١٠٠ جم	٥٧٠,٠	٣٨٠,٠
صوديوم	مجم/١٠٠ جم	٣,٠	٢,٠
مغنسيوم	مجم/١٠٠ جم	١٩٠,٠	١٤٤,٠
بوتاسيوم	مجم/١٠٠ جم	٤٦٠,٠	٤٥٠,٠
حديد	مجم/١٠٠ جم	٦,٠	٣,١
زنك	مجم/١٠٠ جم	-	٣,٢
نحاس	مجم/١٠٠ جم	-	١,٤
فيتامين أ	وحدة دولية/١٠٠جم	٣٠٠,٠	٣٠,٠
فيتامين ج	مجم/١٠٠ جم	-	٢,٠
توكوفيرول	مجم/١٠٠ جم	-	٠,٤٠
ثيامين	مجم/١٠٠ جم	٠,٢٢	٠,٣٣
ريبوفلافين	مجم/١٠٠ جم	٠,١٨	٠,١٣
نياسين	مجم/١٠٠ جم	٠,٧٠	٠,٩٠
حمض بانتوثينيك	مجم/١٠٠ جم	-	٠,٩٠
بيرودوكسين	مجم/١٠٠ جم	-	٠,٧٣
حمض فوليك	ميكروجرام/١٠٠جم	-	٠,٦٦
بيوتين	ميكروجرام/١٠٠جم	-	٣٧,٠

والأسماء

بالفرنسية noix وبالألمانية Walnuss

وبالإيطالية noce وبالأسبانية negal/nuez

(Stobart)

جوز بندم mangosteen

(Everett)

الإسم العلمى *Garunia mangostana*

الفصيلة/العائلة: الكلوزية Guttiferae

(Ensminger)

بعض أوصاف

يوجد فى ماليزيا والمناطق المحيطة وينمو ببطء وتصل الشجرة إلى عشرة أمتار والأوراق جذابة ولامعة وتصل إلى الأرض وهى سميكة جلدية حوالى ١٥-٢٥سم فى الطول. والثمار مستديرة ونهاياتها مسطحة قطرها حوالى ٤-٧سم لونها قرمزى بنى ولها قشرة جشبة tough سميكة تغلف ٥-٧ فصوص segments، عصيرية وإذا جرحت فإن القشرة تفرز عصيراً أصفر سرعان ما يتصلد hardens والفصوص لونها أبيض إلى عاجى وشفافة قليلاً وقد تحتوى على بذور قليلة أو لا تحتوى على بذور.

الإستخدام

تؤكل طازجة أو يصنع منها مربى jam أو تستخدم فى الطبخ.

التركيب

تحتوى على ١٥٪ كربوايدرات وكل ١٠٠جم تعطى ٥٧ سعراً ونسبة الألياف مرتفعة فيها (٥٪) وهى تحتوى على ١٣٥مجم بوتاسيوم /١٠٠مجم ولكنها فقيرة فى فيتامين ج.

جوز الزنج/كولا مؤنفة
cola or kola nut

الإسم العلمى *Cola acuminata*

و *Cola nitida*

هما متشابهان وربما يكونان إختلافاً لنوع sp. واحد

الفصيلة/العائلة: البرازية Sterculiaceae

(Everett)

بعض أوصاف

وطنها الأصلى غرب أفريقيا الإستوائية خاصة نيجيريا ولكنها تزرع الآن فى جزر الهند الغربية وغيرها وهى تصل إلى ٥.٧ - ٩.٦متراً ويوجد منها ١٢٥ نوع sp. والأوراق غير معصصة جلدية طولها حوالى ٢٥سم والأزهار صفراء ٢- ٢.٥سم فى عثكولات panicles والثمار شكلها نجمى تحتوى على ثمانى بذور. (McGraw-Hill Enc)

وهذه البذور (الجوز nuts) تمضغ ومحتواها من الكافيين يبلغ ضعف البن وتحتوى أيضاً على ثيوبرومين وعلى جلوكوز وكولانين Kolanin وهو منشط للقلب وعضها يخفف من الجوع ويريح من التعب وطعمها فى الأول مر ولكن يصبح بعد ذلك حلواً. (Ensminger)

الإستخدام

يمكن تحضير شراب بسيط منها بغلى مسحوقها فى ماء. (Stobart)

وهى تستخدم فى كثير من المشروبات غير الكحولية وقد يستخدم معها مستخلص من الكولا cola (*Erythroxylum coca*) فى صناعة

الكوكاكولا وقد تستخدم الكولا فى تلوين النبيذ.
وهى تحضر بسحق وغلى الجوز.
(McGraw-Hill Enc.)
أما العطر essence فيمكن إستخدامه فى تنكيه المشروبات والكريمات ومشروب الكولا ينكه مستخلص الكولا وزيت الليمون lime oil وزيوت التوابل وبه كافيين ويلون الكارامل ونسبة السكر به ١١-١٣٪ والحمض الماكلة به هو حمض الفوسفوريك (مقدار غاز ك أ٢ بالحجم ٣,٥ (١ حجم غاز = ١٥ رطل على البوصة المربعة عند ٦٠°ف أو ١٥,٥°م) عند سطح البحر).

جوز مسهل/يوريتيس

إن الجنس *Aleurites* به حوالى خمسة أنواع spp.

الفصيلة/العائلة: السوسبية/فربيونيات
Euphorbiaceae (spruce)
(Everett & McGraw-Hill Enc.)

بعض أوصاف

الأجزاء الخضراء الصغيرة عليها طبقة تشبه الدقيق والأشجار تحمل أزهارا مذكرة ومؤنثة والثمار عليها قشرة صلدة دائرية glubose أو تشبه البيض وتحتوى ١-٧ بذور.

الجوز المسهل tung oil tree

الإسم العلمى *Aleurites fordii*

الثمار كروية بها ٣-٧ بذور كبيرة صلدة خشنة السطح وتحتوى الزيت والذى يستخلص بعد تحميص البذور وهو يستخدم فى إنتاج ورنيش صلد hard يجف بسرعة quick-drying وأقل عرضة للتشقق عن غيره. والجريش المتبقى وكذلك الأجزاء الخضراء foliage والعصير والثمرة تحتوى سايونين سام.
(McGraw-Hill Enc.)

جوز الشمعة/عنبة الشمعة/ شجرة الورنيش candle-nut

(Everett)

الإسم العلمى *Aleurites moluccana*

أصلها من الملايو ولكنها تزرع فى هاواى وجزر المحيط الباسيفيكى وتصل إلى ٢٠مترا والثمار مستديرة أو تشبه الكمثرى حوالى ٥-٧,٥ سم خضراء أو بنية وكل منها بها بذرة واحدة إلى ثلاث بذور سوداء والحبة من الداخل kernels بيضاء وقد تزهر مرتين سنويا.
ويستخرج من البذور صبغة سوداء والزيت يستخدم فى معالجة قماش التابا tapa cloth والبذور مسهلة بشدة purgative وسامة عندما تكون طازجة ولكن تصبح ماكلة بعد الطبخ. وقد تخبز البذور وتطحن وتمزج بالفلفل الشيلى chili peppers وملح وتؤكل relish كمشهى/مقبل
ومن أسمائه: varnish-tree & candle-berry

جوزة الطيب nutmeg

الإسم العلمى *Myristica fragrans*

الفصيلة/العائلة: طيبيات
Myristreaceae (nutmeg)
(Everett)

بعض أوصاف

موطنها أندونيسيا وهى شجرة مستديمة الخضرة وأوراقها غمقاء وتصل إلى ٩ – ١٨ متر والأزهار المذكرة والمؤنثة توجد على أشجار مختلفة والثمار تشبه المشمش ولونها أصفر ذهبى أو محمرة. وهى تفقد الرطوبة تدريجياً وعندما تصبح كاملة النضج تنشق القشرة husk أو الغلاف الخارجى للثمرة pericarp وتنفتح وتظهر بذرة بنية لامعة مغطاه بالبساسة aril حمراء ذات عبير aromatic وليفية fibrous وهى ماتعرف بإسم البساسة mace والحبة داخل غطاء البذرة هى جوزة الطيب nutmeg وتنتج الثمار خلال السنة وتقطف عند تفتح القشرة husks. وتزال البساسة من القشور وتسطح flattened وتجفف. وعندما تجف البذور تماماً تتشقق القشور crack وتزال الحبة kernel وتفرز وكثيراً ماتعامل بالجير لمنع تلفها بواسطة الحشرات. ويستخدم مبشور gratings جوزة الطيب فى البودنج والكسترد وكثير من الأطباق الحلوة وفى الطبيخ وكثير من المشروبات ومع اللحوم والخضر وإستهلاكها بكثرة مخدر. وهى تستخدم طبياً فى علاج الدوخة والقىء ومع دهن الخنزير كمرهم للبواسير. أما البساسة mace فتستخدم مع أطباق التفاح ومع البنجر والكيك والشيكولاتة الساخنة والبسكويتات والمفينات muffins ومستخلص البساسة الكحولى يستخدم مع المخلل والصلصات.

ويستخدم زيت جوزة الطيب فى الطب وصناعة الروائح ومعاجين الأسنان وفى صناعة الطباق.

(McGraw-Hill Enc. & Ensminger)

المكونات: أنظر بساسة

والأسماء (Stobart)

جوزة الطيب: بالفرنسية muscade وبالألمانية Muskat وبالإيطالية moscata وبالأسبانية moscada

البساسة: بالفرنسية fleur de muscade/macis وبالألمانية Muskatblüte وبالايطالية macis وبالأسبانية macia/macis

أنظر: بساسة

جوز الهند/نارجيل coconut

الإسم العلمى: *Cocoa nucifera*

الفصيلة/العائلة: النخلية

Palmea (Palmeceae)

(Ensminger)

بعض أوصاف

شجرة نخيل كبيرة تحتاج لرطوبة عالية ولذا تنمو كثيراً بجوار الساحل فى أرض رملية (أمطار حوالى ١,٥ متراً/سنة ومتوسط درجة حرارة سنوى ٣١°م) والساق وحيدة خشنة مائلة وسميكة عند القاعدة والأوراق تكون تاجاً عند القمة وقد تبلغ خمسة أمتار فى الطول بينما الوريقات مدببة وضيقة وقد تبلغ ١ متراً. والأزهار تظهر بين الأوراق. والثمار كبيرة تغطيها طبقة سميكة ليفية وبها بذرة واحدة لها فجوة مركزية تحتوى عصيراً مغذياً. وتتحول الثمار أثناء النضج إلى اللون الأخضر فالأصفر المَغْرى (الغامق) ochre-yellow أو برتقالى محمر وبعد ذلك فى النهاية إلى البنى المطفى dull brown وهى تطفو على الماء وربما إنتقلت لإنحاء العالم مع التيارات البحرية. ومنها أصناف كثيرة أحدها جوز الهند الملك king coconut وهو قصير

ويعطى ١٠٠ - ٤٠٠ ثمرة فى السنة بدلا من ٣٠ - ٤٠ فى معظم الأصناف الأخرى. والثمرة حوالى ٢٥سم أو أكثر فى الطول بيضاوية ovoid وقطاعها العرضى مثلث والغلاف الخارجى exocarp (القشرة husk الجشبة الليفية) بها جوزة دائرية عبارة عن قشرة shell عظمية صلدة (الغلاف الداخلى endocarp) بها طبقة تبلغ ١,٢٥سم من لحم (لب) أو الحبة kernel (السويداء endosperm) وهو غنى فى الزيت والبروتين وبتجفيفه ينتج مايسمى بالكوبرا copra.
(McGraw-Hill Enc. & Everett)

الحصاد

يتم الحصاد بعدة طرق: ١- ترك الثمار ينضج ثم تقع على الأرض. ٢- جمعها بصعود عمال مهرة بواسطة حبال على النخلة. ٣- قطعها من على الأرض بواسطة سكاكين مركبة على عمدان poles من بامبو. ٤- بواسطة قرود مدربة تصعد على النخلة وتقطع الثمار وترميها إلى الأرض.
(Ensminger)

المعاملة processing

تحتوى الجوزة الطازجة على ٥٪ ماء، ٣-٤٪ زيت. ولانتاج الكوبرا - وهى اللب الجاف لجوز الهند ومصدر إستخراج الزيت - فإن الثمار تزال قشرتها وتفتح وتجفف لفصل اللب الذى يحتوى الزيت عن القشرة ولمنع الفساد. والطريقة البدائية هى شق الجوز وتجفيف اللب شمسيا أو فى أفران (تسخن بحرق القشور). ولكن لإستخدام اللب للحصول على ناتج موحد حسن الجودة يمرر اللب ببطء فى نفق أو فرن ساخن. والكوبرا تقاوم الفطر إلى حد ما وكذلك التزنخ والتعفن وإذا عبئت لحمايتها من الحشرات والقوارض يمكن أن تخزن أو تشحن لعدة أشهر. وعادة فإن ١٠٠٠ ثمرة تعطى ٢٢٥ كجم كوبرا و ٩٥ لترا زيت.

وقبل إستخلاص الزيت من الكوبرا فإنها تنظف لإزالة الرمل وخلافه، ثم تمرر فى هراس cracker لإنتاج قطع صغيرة منها، ثم تمرر على مغناطيس لإزالة أى قطع حديدية ثم تطحن إلى مسحوق. ومعظم الزيت يستخلص بالإستخلاص الحلزونى المستمر continuous mechanical screw press وقد يتلو ذلك إستخلاص بالمذيب. وأحيانا قد يتم الإستخلاص بالضغط الايدروليكى.

والزيت هو أعلا الزيوت إحتواءا على أحماض دهنية مشبعة فالأحماض الدهنية الأساسية فيه هى: اللوريك ٤٥٪ والميريستيك ١٨٪، والبالمتيك ٩,٥٪ والأولييك ٨,٢٪ والكبريليك ٧,٨٪ والكبريك ٧,٦٪ والأستياريك ٥٪. وهذه الأحماض القصيرة والمتوسطة تجعله صالحا لعلاج بعض الإضطرابات الهضمية ولو إنها قد تعمل على إرتفاع نسبة الكوليسترول فى دم البعض. ولكنها أيضا تعمل على ثباته لتشبعها وعند تغذيتها لمواشى اللبن فإنها تعطى زبدا صلدة hard نوعا وإذا تغذت عليها الخنازير فإنها تعطى لحم خنزير pork متماسكا بعكس الفول السودانى.

وخواص زيت جوز الهند الطبيعية والحسية أنه أبيض شبه صلب يشبه دهن الخنزير lard ثابت فى الهواء بل يبقى مأكله وبدون طعم bland لعدة سنوات تحت ظروف التخزين العادية وينصهر على

٢١-٢٥°م ومعامل الإنكسار ١,٤٤٨٥ - ١,٤٤٩٥ ورقم التصبن ٢٥٥-٢٥٨ والرقم اليودى ٨ - ٩,٥ ورقم الحمض يجب ألا يزيد عن ٦. ولايذوب فى الماء ولا ٩٥٪ كحول ولكن يذوب فى الكلوروفورم والأيثير وثانى كبريتيد الكربون.

أما جريش جوز الهند أو الكوبرا coconut or copra meal ففيه - بعد الإستخلاص الميكانيكى ٢١,٢٪ بروتين خام، ٧٪ رطوبة، ٦,٨٪ رماد، ١١,٥٪ ألياف خام، ٦,٥٪ مستخلص إيثيرى (دهن)، ٤٧,٠٪ مستخلص خال من النتروجين. وهو منخفض المحتوى من الليسين (٠,٥٤٪) والميثيونين (٠,٣٣٪) ولذا إما أن يستعمل مع الحيوانات المجترة أو يضاف إليه أحماض أمينية أو بروتين كامل مثل جريش السمك fish meal للحيوانات غير المجترة.

(Merck)

الإستخدام uses

يدعى الاندونيسيون أن هناك إستخداما مختلفا لجوز الهند لكل يوم من أيام السنة (٣٦٥) منها ٢٠٠ إستخداما فى الأغذية.

١- جوز الهند الكامل whole : الأخضر أو الناضج: الأخضر منها يحصد عندما يكون اللب طريا ومطاطا أو جيلاتينيا ويمكن فى هذا الطور قطع القشرتين husk & shell بواسطة سكين ويشرب العصير coconut juice ويؤكل اللب مع مثلوجات اللبن أو يستخدم مع الكيك والبسكويتات.

أما الناضج منها فيحصد عندما تكون القشرة shell صلدة واللب متماسكا وتخرق العيون eyes ويصفى السائل السكرى والذى يسمى لبن جوز الهند الذى ربما أضيف بعد ذلك للناتج المطحون أما القشرة shell فتكسر بالخبط ويزال اللب ويقشر باليد hand peeled ويطحن ويضاف إليه السائل السابق تصفيته ويستخدم فى السلطات والعقبه والبودنج والقند والكيك والفطائر ومثلوجات اللبن.

٢- الكوبرا copra: هى لب جوز الهند المجفف والذى سبق بيان كيفية تجفيفه وإستخدامه فى الحصول على زيت جوز الهند. (Stobart)

٣- زيت جوز الهند coconut oil: يستخدم هذا الزيت السابق بيان خواصه وتركيبه فى الحلويات ومنتجات الخبيز وفى التحمير وفى القند وفى دهون التنعيم shortening والصابون والشامبو والمنظفات وفى الكريمات وفى تقليد اللبن وفى خلطات الكيك والدقيق وفى إنتاج جليسريدات ثلاثية متوسطة الطول تستخدم فى علاج بعض أمراض الهضم. كما يستخدم فى الشيكولاتة والشمع وفى صبغ القطن وكأسا... اهم وفى التدليك.
(Merck)

٤- جريش جوز الهند أو الكوبرا coconut or copra meal: وهو ناتج ثانوى لإستخلاص الزيت وهو عبارة عن حوالى ٢١٪ بروتين وحوالى ٦,٩٪ دهن ونظرا لإرتفاع نسبة الألياف فيه فقد يعامل بحيث تعزل الألياف ويعطى ناتجا به حوالى ٣٢٪ بروتين ونسبة يمكن إهمالها من الألياف.

٥- جوز هند مقطع أو مجفف desiccated or shredded: هذا مايوجد فى الأسواق ويتم

الحصول عليه فى عدة خطوات: إزالة القشرة shelling والكشط paring والتقطيع shredding والسلق blanching والتجفيف drying والنخل sieving والتعبئة packing. وقد يحلى أو يحمض. ويعطى طن جوز الهند فى قشره حوالى ١٥١كجم من جوز الهند المقطع أو المجفف وهو له إستخدامات مختلفة وقد يستخدم فى إعطاء جسم bulking agent (حجم).

٦- الليف/كوير coir: تعطى القشرة الليف coir وهو ألياف تقاوم الماء المالح بشدة وتصلح لإستخدامها فى عمل الحبال والحصير والفرش والمقشات والأسبتة.

٧- تودى toddy: تقطع سويقات الأزهار ويجمع العصير الناتج فى أوان فخارية والذى ربما اختمر فى نهاية اليوم ولكن قد يشرب قبل التخمر وهو لطيف فى كلتا الحالتين. (Stobart)

٨- لبن جوز الهند coconut milk: يحصل عليه بصب ماء يغلى على جوز الهند المقطع shredded وتركه يبرد إلى حد ما ثم يعصر للحصول على اللبن

القيمة الغذائية: لكل ١٠٠,٠جم من الناتج (Ensminger)

المكون	اللب المقشور الطازج	اللب المجفف غير المحلى	اللب المقطع المجفف المحلى	اللبن	العصير (الماء)
الماء (٪)	٥٠,٩	٣,٥	٣,٣	٦٥,٧	٩٤,٢
سعرات	٣٧٠,٧	٦٦٢,٠	٥٤٨,٠	٢٥٢,٠	٢٢,٠
بروتين (جم)	٣,٤	٧,٢	٣,٦	٣,٢	٠,٣
دهن (جم)	٣٥,٥	٦٤,٩	٣٩,١	٢٤,٩	٠,٢
كربوايدرات (جم)	٩,٤	٢٣,٠	٥٣,٢	٥,٢	٤,٧
الألياف (جم)	٤,٠	٣,٩	٤,١	-	-
كالسيوم (مجم)	١٣,٠	٢٦,٠	١٦,٠	١٦,٠	٢٠,٠
فسفور (مجم)	٩٥,٠	١٨٧,٠	١١٢,٠	١٠٠,٠	١٣,٠
صوديوم (مجم)	٢٣,٠	٥٣,٠	١٨,٠	٥٣,٠	٢٥,٠
مغنسيوم (مجم)	٤٦,٠	٩٠,٠	٧٧,٠	-	٢٨,٠
بوتاسيوم (مجم)	٢٥٦,٠	٥٨٨,٠	٣٥٣,٠	١٩٠,٠	١٤٧,٠
حديد (مجم)	١,٧	٣,٣	٢,٠	١,٦	٠,٣
زنك (مجم)	٠,٠٥	-	-	-	-
نحاس (مجم)	٠,٠٢	٠,٦٧	-	-	-

المكون	اللب المقشور الطازج	اللب المجفف غير المحلى	اللب المقطع المجفف المحلى	اللبن	العصير (الماء)
فيتامين أ	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
فيتامين د	صفر	صفر	صفر	–	–
توكوفيرول (مجم)	٠,٧	–	–	–	–
فيتامين ج (مجم)	٣,٠	صفر	صفر	٢,٠	٢,٠
ثيامين (مجم)	٠,٠٥	٠,٠٦	٠,٠٤	٠,٠٣	–
ريبوفلافين (مجم)	٠,٠٢	٠,٠٤	٠,٠٣	–	–
نياسين (مجم)	٠,٥	٠,٦	٠,٤	٠,٨	٠,١
حمض بانتوثينيك (مجم)	٠,٢	٠,٢	٠,٢	–	٠,٠٥
بيرودوكسين (مجم)	٠,٠٤	–	–	–	٠,٠٣
حمض فوليك (ميكروجرام)	٢٤,٠	–	–	–	–
فيتامين ب١٢ (ميكروجرام)	صفر	–	–	–	صفر

والأسماء: بالفرنسية noix de coco وبالألمانية Kokosnuss وبالايطالية noce di coceo وبالأسبانية nuez de coco (Stobart)

جوزية guuzia

يصنع من مبشور جوز الهند عدة حلويات أساسها جوز الهند والسكر واللبن وتشكل بعدة أشكال وقد تلون أو يضاف لها فول سوداني أو أنواع النقل nuts وقد يدخل حمض الطرطريك فيها وكذلك الزبد. كما قد يصنع منها شكلمة. وهى جميعا عالية السعرات.

جوسيبول gossypol

هو صبغة صفراء سامة توجد فى عدد فى بذور القطن ويمكن أن تسبب تغير لون صفار بيض الفراخ المغذاه على كسب يحتويه أثناء التخزين البارد. وهناك طرق لإستخلاصه من الدقيق كما أن هناك طرق للتخلص منه أثناء فصل بروتين وزيت بذرة القطن. كذلك فقد إستنبطت أصناف من بذور القطن الخالية من الجوسيبول glandless.

(Ensminger)

ووزنه الجزيئى ٥١٨,٥٤ وهو يسبب السمية فى الحيوانات غير المجترة non-ruminant بخفض مقدرتها على حمل الأكسجين فى ١٠٠ ، ويوجد منه ثلاثة أشكال بلورية تنصهر مابين ١٨٤°، ٢١٤°م. يذوب بقلة جدا فى البترول الإيثيرى petroleum ether ويذوب فى الميثانول والإيثانول والايثير والكلوروفورم ويذوب بحرية ولكن يتكسر ببطء فى المحاليل المائية القلوية للأمونيا وكربونات الصوديوم.

(Merck)

وهو مهيج للقناة الهضمية ويسبب وذمة فى الرئتين وقصر النفس وشللا.

ويمكن أن يستخدم كمضاد للأكسدة فى المطاط وكمثبت stabilizer للدائن بوليمر الفينايل. وربما كمضاد للحشرات.

أنظر : زيت بذرة القطن

جاع

الجوع hunger

الجوع هو رغبة فسيولوجية للغذاء تتبع فترة صيام.

(Ensminger)

وهو إحساس ينتج عن نقص الغذاء وينتج عنه أن يتوق المرء أو يحتاج بشدة للغذاء أو لمغذ nutrient معين.

(Eckstein)

فى حين أن الشهية appetite هى إستجابة - نتيجة تعلم أو عادة - لوجود الغذاء.

(Ensminger)

والشخص الجوعان جدا قد لايشتهى غذاءا لايعتبره مرغوبا فيه وبالعكس قد يكون الغذاء مرغوبا فيه ويرغبة شخص ما بالرغم عن كونه غير جوعان (شبعان).

والجوع درجات مستمرة من جوعان جدا إلى ليس جوعان تماما وهو أساسا إحتياج فسيولوجى ولكن إستجابة الشهية لايعتمد عليها كميا وكيفيا. فالبعض يتحكم فى إشارات الجوع ويصبح تحت مغذى under nomished مؤقتا. والبعض قد يتقبل هذه الإشارات ولكن لايستجيب لها مباشرة ويزداد جوعا حتى تصبح إستجابته بعد ذلك مبالغا فيها over react. والبعض يتقبل هذه الإشارات ويستجيب لها بطريقة مناسبة appropiately.

ويتصل الجوع بعدة عوامل سيكولوجية وعاطفية مثل الشعور بالأمان أو الخوف أو الوحدة أو الإحتياج أن يشعر الآخرون ويهتمون بهم أو التعود على الأكل عند أوقات معينة وغير ذلك.

(Eckstein)

على أن التجارب فى مشكلة الجوع قد خصت نفسها بالمشعرات الحسية sensory crees التى تسبب الشعور بالجوع والميكانيزم الفسيولوجى

الذي يحدد متى وكيف وكم يتناول المرء من الغذاء والميكانيزيوم الذى يتحكم فى إختيار الغذاء الذى سيتم أكله. وهناك عدة نظريات تتعلق بذلك.

(McGraw-Hill Enc.)

نظرية كانون Cannon theory

ركزت الدراسات الأولى على الإحساس بالجوع أو وخز الجوع hunger pangs وعمل فى هذا المجال و.ب. كانون W.B. Cannon ذاكراً أن إحساسات الجوع والعطش thirst تحدث فى (أطراف) الجسم peripherally وأن الجوع ينتج من إنقباضات فى المعدة تنشط الأعصاب الحسية. ويمكن إذا قطعت هذه والأعصاب الحسية أو حتى إذا أزيلت المعدة فإن سلوك الأكل يستمر كما فى الحالة الطبيعية. ومهما كان فإن حركة المعدة تضبط عن طريقين أحدهما حسى والآخر هرمونى بل إن الهرمون قد تفرز من المعدة نفسها.

الآليات/الميكانيزم الفسيولوجية
physiological mechanisms

مستوى سكر الدم blood-sugar level: بصورة عامة يتغير تركيز سكر الدم مع إنتظام دورة الأكل periodicity of the food cycle. كما أن نسبة عالية جداً من السكر فى الدم hyperglycomia تنقص مع الجوع بينما تزيد النسبة المنخفضة جداً من السكر فى الدم hypoglycemia مع الجوع. ولكن التحليل التفصيلى لإختلافات السكر الدم فى الحياه العادية لاتبين أن هناك علاقة قربة بين تركيز سكر الدم والجوع.

إستخدام الأنسجة للغذاء tissue utilization of food: هناك بعض الأدلة تشير إلى أن حالة الكبد مهمة فى ضبط التغذية. فإن إستنزاف جليكوجين الكبد ينشط التغذية feeding وإن إمتلاءها repletion ينهى التغذية فى كل من الفئران والأرانب وربما حدث هذا عن طريق العصب الحائر vagus nerve.

إنهاء التغذية feeding termination: يُثَبِّط الأكل فى الحيوانات المحرومة من الغذاء food-deprived بخفض الماء الخلوى أو سائل البلازما أو بإنتفاخ المعدة gastric distension أو بنشر infusing مغذيات فى الأمعاء. والشعور بالإمتلاء أو الشبع satiation الذى ينتج عن إمتصاص المغذيات من الأمعاء قد يكون نتيجة تأثير - على الأقل جزئياً - الهرمون كولسستوكينين cholecystokinin والذى ربما خفض من معدل مرور الأكل فى المعدة.

المراكز العصبية neur[illegible] [illegible]nters

عُدِلَ عن الفكرة بأن هناك مراكز عصبية لإبتداء التغذية لأن عملية التغذية feeding عملية معقدة وإرتباطها العصبى المعقد أصبح [illegible] قبلاً. فخفض التغذية نتيجة ضرر/أذى lesions فى تحت سرير المخ الجانبى lateral hypothalamus هو جزء من تأثر السلوك فهذه الحيوانات لاتستجيب للمنشطات الحسية الأخرى.

وإذا دمرت النواة الوسطية ventromedial nuclei فى تحت سرير المخ hypothalamus

ينتج زيادة فى الأكل overeating وبمعنى آخر أنه ليس فقط تحت سرير المخ hypothalamus له علاقة بالتغذية والإحساس بالإمتلاء بل يظهر أن جميع المخ يرتبط بضبط التغذية.

ضبط التغذية عصبياً كيماوياً
neurochemical control of feeding

يظهر أن زيادة معدل أخذ المرسل transmitter نورابينفرين بواسطة الأنسجة المختلفة فى مقدم المخ fore-brain يزيد من تناول الغذاء. وبالعكس فإن زيادة إرسال/إنتقال السيروتينين serotonin يخفض من التغذية. ولكن المشكلة أن جزءاً صغيراً من المرسلات العصبية neurotansmitters قد تم التعرف عليها.

الجوع المتخصص specific hungers

أن الحرمان من مواد غذائية معينة يسبب زيادة الشهية لهذه المواد وذلك مثل الملح والكالسيوم والدهون والبروتين وبعض الفيتامينات فى الأطفال والحيوانات السفلى التى تمت دراستها. ولكن فيما عدا مع الملح فيظهر أن الجوع للمواد الأخرى يظهر تدريجياً فقط ويعكس تعلم الحيوان أن بعض هذه الأغذية قد لاتكون مفيدة بل أحياناً ضارة. بينما فى حالة الملح فإن الشهية لتناوله تزداد مباشرة فى الحيوانات التى ينقص فيها.

تطور الأغذية feeding development

يمكن ولو مؤقتاً القول أن الرضاعة على الأقل فى الفئران لاتخضع لضبط المنشط الداخلى internal stimuli حتى عمر أسبوعين ويصبح - كما فى تغذية الحيوانات البالغة - تحت تأثير هذا المنشط الداخلى عندما تبتدىء الفئران فى الأكل من البيئة.

مجاعة

يموت الأطفال تحت ٥ سنوات بمعدل ٣٥٠٠٠ فى اليوم (١٣ مليون فى السنة) من الجوع والأمراض.

جوافة guava

الإسم العلمى: *Psidium guajava* L.

الفصيلة/العائلة: الآسية Myrtaceae

(Hui)

بعض أوصاف

تنتشر الجوافة فى المناطق الإستوائية وتحت الإستوائية، وتنمو الأشجار فى أى نوع من التربة وفى مدى واسع من الأمطار وهى شجرة مستديمة الخضرة تتحمل قصيرة ٢-٨ مترا فى الإرتفاع ولكن بعض الأصناف تطول عن ذلك وهناك ١٤٠ نوعا منها والأوراق عكس بعضها opposite عروقها ريشية وقد يكون عليها شعر.

(Everett)

والثمرة عنبة berry مستديرة إلى شكل الكمثرى ٢,٥ - ١٠سم فى القطر وربما وزنت أقل من نصف كجم قليلا. والغلاف الخارجى exocarp (الجلد) خشن القوام rough textured لونه أصفر ولايوجد فاصل واضح بينه وبين الغلاف الوسطى mesocarp (لب) الثمرة السميك واللحمى fleshy الذى يقع تحته وهو الجزء المأكلة الرئيسى والذى يختلف لونه من أبيض إلى أصفر إلى وردى أو ظلال من الأحمر تبعا للصنف variety. وتوجد

فيه خلايا حجريـــة stone cells (sclereids).
ويوجد فى المركز فجوة بذرية seed cavity مع لب طرى soft pulp وعديد من بذور صلدة قطر الواحدة ١مم. وتتراوح النكهة (المذاق) من أنواع حلوة إلى أنواع حمضية acid or sour. والعبير العنبرى musky aroma المميز للجوافة يميز نكهتها. وهذا بجانب اللون الوردى أو الأحمر مع الحموضة العالية يعتبر فى الولايات المتحدة من الخواص المرغوب فيها لمعاملة processing الجوافة. وفى الهند يعامل الكثير من الأصناف ذات اللب الأبيض. وهناك صنف أو أصناف نباتى بدون بذور. (المحرر)

الحصاد

يتم الحصاد باليد ولكن يجرب أيضا هز الشجر وهى تستهلك أو تعامل خلال ٢-٣ أيام ولإستهلاكها طازجة فإنها تحفظ على ٤-٩°م.
وقد وجد أن رائحة ونكهة الجوافة ترجع أساسا إلى سينامات الميثايل methyl cinnamate وبنزوات الميثايل وخلات السيناميل cinnamyl acetate وخلات البيتافينيل إيثايل beta-phenyl ethyl acetate والبيتا أيونون beta-ionone والتى وجدت ضمن ٢٢ مركبا متطايرا درست بواسطة كروماتوجرافيا الغاز-سائل وقياس طيف الكتلة mass spectrometry.
وفى الجوافة الناضجة يسود الفركتوز وأقل منه الجلوكوز والسكروز وفى صنف البومونت Beamont يوجد ٠,٥مجم من كل من [illegible] حمضى الستريك والماليك فى كل من ١٠٠ جم من الجزء المأكلة. والصبغة السائدة فى الأصناف ذات اللب الوردى pink هى الليكوبين حيث توجد بنسب من ٥ - ٧٪.

منتجات الجوافة: يحضر من الجوافة عديد من المنتجات منها الهريس puree والعصير الرائق clear ومركز كل منهما، ومربى jam وجيلى jelly، وجوافة معلبة كاملة أو أنصاف (مع إزالة البذور) وعجينة paste وشراب ورحيق/نكتار nectar ومشروبات أخرى.
فتوضع الثمار الكاملة أو أنصافها shells فى الأوعية وتغطى بشراب سكرى ساخن وتخلخل إلى ١٦٠°ف كدرجة حرارة فى المركز ثم تقفل ساخنة ثم تعقم فى ماء يغلى لمدة ١٠-١٢ دقيقة ثم تبرد فى حمام ماء أو برذاذ ماء إلى ١٠٠°ف. ولكن ينتج من الهريس puree أكبر قدر من الجوافة المعاملة processed وهى إما تعامل حراريا أو تجمد أو تعبأ تحت ظروف معقمة aseptic packaging ثم تستخدم فيما بعد لتصنيع [illegible] أخرى. ولتحضير الهريس توضع الجوافة فى تنك من المياه ومنه ينقلها حزام ناقل خلال رشاشات إلى حزام للفحص وإزالة الأخضر والعفن منها ثم تنقل [illegible] ملبب ذى مجاذيف paddle pulper عليه مصفاه بها ثغور سعتها ٠,٠٤٥ بوصة وتخرج البذور والألياف. ومنه ينتقل اللب بمضخة إلى مهيىء/منهى finisher ذى مجاذيف ومصفاه أيضا ولكن ثغور المصفاه فى هذه الحالة تبلغ ٠,١٧ أو٠,٢٠ بوصة لإزالة الخلايا الحجرية الكبيرة مع إعطاء هريس له القوام الناعم المرغوب ويمكن تعبئة الهريس فى أكياس من

اللدائن فى صناديق ورق كرتون وتجمد حتى ١٠°ف أو أقل. أما لحفظ الهريس حراريا فإنه يسخن بسرعة فى مبادلات حرارية ثم يعبأ ساخنا فى علب (ويقلب وضعه) لمدة ٨ – ١٠ دقائق ثم يبرد بسرعة إلى ١٠٠°ف. وفى الأصناف التى تحتوى على صبغة الليكوبين والتى تتحمل الحرارة يحدث فقد لبعض اللون.

أما تعبئة هريس الجوافة تحت ظروف معقمة aseptic packaging فيتم بتسخينه فى مبادل حرارى سطحى swept surface heat exchanger إلى ٩٣°م ويحتفظ به عند هذه الدرجة لمدة ٢٨ ثانية ثم يبرد فى مبادل حرارى آخر إلى ٢٧°م وهذا الهريس المعقم تجاريا commercially sterile يملأ تحت ظروف معقمة فى أكياس pouch or bags معقمة أيضا فى نفس هذا النظام المغلق. ولهذا التسخين القصير والتبريد السريع ميزة فى الإحتفاظ بالجودة ويمكن شحن وتخزين الناتج تحت درجات الحرارة العادية.

ويحضر العصير الرائق من الهريس الذى يعامل بالإنزيمات البكتينية ثم يترك على درجة حرارة الغرفة لمدة ساعة ثم يضاف مساعد دياتومى للعصير diatomaceous pressing aid ويفصل العصير بالضغط. والعصير العكر cloudy يروق بواسطة الترشيح بالضغط filter press وينتج عصير رائق ذو لون خمرى tan ويستخدم فى صناعة الجيلى أو إنتاج مشروبات beverages. ويستخدم التركيز تحت فراغ لتحضير هريس مركز (أربع مرات 4-fold) وعصير مركز (ثمانى مرات 8-fold) ولكن يجب إزالة البكتين بواسطة الإنزيمات للحصول على هذه التركيزات. ويمكن إسترجاع النكهة أو العطر/الروح essence لتعزيز enhance جودة نكهة هذه المركزات. والمركز ثمانى مرات له تركيز أكثر من ٦٥° بركس Brix بحيث يمكن تخزينه أو شحنه على درجات الحرارة العادية دون تلف من الكائنات الدقيقة. أما الهريس المركز أربع مرات فهو مايمكن الوصول إليه بالتركيز بسبب إرتفاع اللزوجة viscosity أو التلازج consistency وتكون المواد الصلبة الذائبة مابين ٣٥ – ٤٠٪ وعلى ذلك فأحسن طريقة لحفظه هى التجميد وإذا أضيف إليه ١ جزء فى المليون من سوربات البوتاسيوم فإن هذا يحفظه من التلف بواسطة الكائنات الدقيقة لمدة أسابيع على ٤٥°ف.

القيمة الغذائية للجوافة: الجوافة عالية فى نسبة الألياف وكل ١٠٠ جم تعطى ٦٢ سعرا وغنية فى فيتامين ج ٢٤٢ مجم/١٠٠ جم وفى البوتاسيوم متوسطة ٢٨٩ جم/١٠٠ جم. (Ensminger)

(أنظر الجدول عقب الجوافة الفراولة)

والأسماء: بالفرنسية goyave وبالإيطالية guaiva وبالأسبانية guayaba. (Stobart)

الجوافة الفراولة strawberry guava

الإسم العلمى: *Psidium cattleianum*

الفصيلة/العائلة: الآسية Myrtaceae

(Ensminger)

توجد فى البرازيل وتشبه الجوافة (العادية common) فى المظهر ولكن ثمارها أصغر حوالى

٣ سم في القطر ولونها أرجواني محمر reddish-purple من الخارج وأبيض من الداخل وتؤكل طازجة أو يعمل منها مربى أو جيلي.

القيمة الغذائية للثمار كاملة وطازجة (١٠٠ جم)

المكون		الجوافة البلدية P. guajava	الجوافة الفراولة P. cattleianum
الرطوبة	٪	٨٣,٠	٨١,٨
سعرات	/١٠٠ جم	٦٢,٠	٦٥,٠
بروتين	جم/١٠٠ جم	١,٠	٠,٨
دهن	جم/١٠٠ جم	٠,٦	٠,٦
كربوايدرات	جم/١٠٠ جم	١٥,٨	١٥,٠
ألياف	جم/١٠٠ جم	٥,٦	٦,٤
كالسيوم	مجم/١٠٠ جم	٢٣,٠	٢٣,٠
فسفور	مجم/١٠٠ جم	٤٢,٠	٤٢,٠
صوديوم	مجم/١٠٠ جم	٤,٠	٤,٠
مغنسيوم	مجم/١٠٠ جم	١٣,٠	-
بوتاسيوم	مجم/١٠٠ جم	٢٨٩,٠	٢٨٩,٠
حديد	مجم/١٠٠ جم	٠,٩	٠,٩
فيتامين أ	وحدة دولية/١٠٠جم	٢٨٠,٠	٩٠,٠
فيتامين ج	مجم/١٠٠ جم	٢٤٢,٠	٣٧,٠
ثيامين	مجم/١٠٠ جم	٠,٠٥	٠,٠٣
نياسين	مجم/١٠٠ جم	١,٢	٠,٦
حمض بانتوثينيك	مجم/١٠٠ جم	٠,١٥	-
فيتامين ب١٢	ميكروجرام/١٠٠ جم	صفر	-

جوفريت/رقائق بالشيكولاته wafer

(Stobart)

الجوفريت بسكويت cracker رفيعة قصمة crisp وأبسط عجينة للجوفريت تتكون من دقيق وماء ولكن عادة يدخل فيها سكر وبيض وكريمة. وهو يخبز بين حديدتين تسخنان من كل من الجانبين مع وضع بعض الزبد عليها وبعد تمام نضجها من الجانبين تزال. ويمكن وهي لازالت مرنة أن تعقص curl ولكنها عادة تترك مسطحة flat وهي تشذب ويجب حفظها من الرطوبة.

(يلدز أبو الخير)			
الرقائق		الحشو (كريمة شيكولاته)	
دقيق	٤٠ كجم	سكر	٦٥ كجم
شورتنج	٣٥٠ جم	نباتين	٥٢ كجم
ماء	١٣ كجم	لبن جاف ١٪	٢ كجم
نشا طعام	١٠٠ جم	ملح طعام	٥٠ جم
لبن ١٪	١٠٠ جم	بودرة كاكاو	٨ كجم
بيكربونات صوديوم	٢٠٠ جم	ليسيثين	٢٠٠ جم
ليسيثين	١٥٠ جم	فانليا	٧٥ جم

والأسماء: بالفرنسية pain à cacheter وبالألمانية Waffel وبالإيطالية cialda وبالأسبانية barquillo

جوي

(Hui)

الجو المضبوط/المراقب للفواكه والخضر الطازجة controlled atmospheres for fresh fruits & vegetables (CA)

الجو المضبوط أو المراقب (ج.ض) في التخزين هو تقنية للمحافظة على جودة الفواكه والخضر الطازجة في جو يختلف من الهواء العادي بالنسبة

لتركيزات الأكسجين (أ٢) وثانى أكسيد الكربون (ك أ٢) والنتروجين (ن٢) ويحصل على التركيزات المرغوبة فى هذا الجو لتخزين السلع عادة بزيادة تركيز ك أ٢ الأصلية أو خفض مستويات أ٢ فى حجرة تخزين أو وعاء محكم tight. وفى بعض الأحيان قد يكون من النافع إضافة أول أكسيد الكربون (ك أ) أو إزالة الإيثيلين (ك٢يد٤).

أما الجو المحور (ج.ح) modified atmosphere (MA)

فهى حالة مشابهة لـ ج.ض ولكن بدون أو بضبط أقل لتركيزات الغازات. وفى ج.ح ينخفض مستوى أ٢ ويرتفع مستوى ك أ٢ بمعدل يحدده معدل تنفس المادة ودرجة حرارة التخزين ونفاذية الوعاء والغلاف لهذه الغازات. ولضمان النتيجة فى هذه الحالة يلزم الإختيار الجيد للسلعة أو المادة الغذائية ولأبعاد الوعاء الذى توجد به ولمادة هذا الوعاء package إذ بهذا يحفظ على ويحافظ على الجو المرغوب عند درجات الحرارة المنصوص عليها.

أنواع الجو المضبوط (ج.ض) فى التخزين types of CA storage

أدى إستخدام (ج.ض) الجو المضبوط أثناء النقل والتخزين إلى الوصول إلى طرق مختلفة للحصول على والمحافظة هلى هذا الجو فمثلا.

المعاملة بثانى أكسيد الكربون بتركيز عال ولمدة قصيرة short-term high-CO_2 treatment:
هذه المعاملة كانت أصلا للمحافظة على تماسك firmness تفاح الجولدن ديليشس golden delicious ثم وجد بعد ذلك أن الكمثرى والفواكه أخرى وبعض الخضروات تستفيد من هذا الجو. وهذه المعاملة تشمل تعريض الفاكهة لتركيز ك أ٢ من ١٠-٢٠٪ لمدة ٤-٧ أيام قبل تعديل الجو إلى تركيزات ج.ض العادية. وقد يحدث ضرر من ك أ٢ لجلد الفاكهة إذا كانت هناك رطوبة قد تكثفت على سطح الفاكهة. وهذه الطريقة تعطى نتائج حسنة مع تفاح الجولدن ديليشس وكمثرى أنجو anjou pears.

أول أكسيد الكربون (ك أ) السريع rapid CA:
هذه المعاملة تقصر الوقت مابين الحصاد والحصول على ظروف ج.ض المرغوبة لأنه كلما كان الوصول لظروف ج.ض المرغوبة أسرع كلما أمكن المحافظة على جودة المادة الغذائية بفرض أن معدل التبريد لايتأثر بالتحميل السريع للحجرة ويجب أن تملأ حجرة التخزين وتقفل sealed خلال ثلاثة أيام أو أقل من الحصاد.

جو مراقب (ج.ض) منخفض الأكسجين low-oxygen CA

هذه الطريقة تؤخر من طراوة softness الفاكهة وتخفض كثيرا من عيب سمط التخزين storage scald وتكسر breakdown التفاح والكمثرى. ففى الجو المضبوط العادى يوصى عادة بتركيزات أ٢ ٢٪ أو أعلا ولكن وجد أن مستويات أ٢ مابين ١. ١,٥٪ هى أكثر كفاءة فى مد عمر التخزين storage life لبعض الفواكه والخضر ولكن ضبط مستويات أ٢ بدقة ضرورى لتجنب الضرر الناتج من التنفس اللاهوائى.

جو مضبوط (ج.ض) منخفض الإيثيلين
low-ethylene CA

في هذه الطريقة يزال الايثيلين من غرفة التخزين لتحسين جودة تخزين الفاكهة. إذ يؤدى هذا إلى تأخير النضج والمحافظة على تماسك اللب وخفض حدوث السمط السطحى superficial scald فى التفاح وعادة يوصى بالإحتفاظ بتركيز ايثيلين أقل من ١ جزء فى المليون. وقد أمكن زيادة مدة تخزين بعض أصناف التفاح كالأمباير empire بهذه الطريقة.

التخزين تحت ضغط منخفض
low-pressure hypobaric

والتخزين هنا يكون على ضغوط أقل من الضغط الجوى. فتحسين إنتشار الغازات تحت ظروف الضغط المنخفض يسهل من فقد ك أ٢ والايثيلين من المادة الغذائية ويقلل من الفروق بين تركيزات أ٢ داخل وخارج هذه المادة.

ولما كان الضغط الجزئى للأكسجين يرتبط مباشرة مع ضغط الهواء المطلق فإن تركيز الأكسجين يكون مكافئاً لـ ٠,٥٥٪ عند ٢٠مم زئبق وينخفض الايثيلين داخل الفاكهة أيضاً بنفس النسبة وعلى ذلك فهذه الطريقة لها فوائد كل من التخزين تحت أ٢ منخفض وايثيلين منخفض أيضاً وتحت هذه الظروف يثبط النضج وتزداد فترة التخزين.

فوائد التخزين فى جو مضبوط
beneficial effects of CA storage

من التأثيرات الحسنة للتخزين فى جو مضبوط:

١- إنخفاض معدل تنفس الفاكهة والخضر فى جو منخفض الأكسجين أو عالى ك أ٢ وإنخفاض معدل التنفس يدل على أن ج.ض يثبط النشاط الأيضى للمواد المخزنة فتستهلك الكربوايدرات بمعدل أقل وكذلك الأحماض العضوية والمواد الإحتياطية الأخرى ممايؤدى عادة إلى إطالة عمر التخزين.

٢- وقف إنتاج الايثيلين والفواكه والخضر التى تخزن فى ظروف مستويات أ٢ منخفضة و/أو مستويات عالية من ك أ٢. ويحتاج التخليق الحيوى للايثيلين فى أنسجة النبات إلى وجود أ٢ فغياب أ٢ أو إنخفاض تركيزه يثبط من تخليق الايثيلين حيوياً فوقف إبتداء إنتاج الايثيلين فى التفاح يرتبط عكسياً بتركيز أ٢ فى المخزن، وأقصى معدل لإنتاجه يرتبط مباشرة بتركيز أ٢. وتركيزات ك أ٢ تثبط تأثير الايثيلين على النضج والتى بدورها تثبط إنتاج الإنزيمات التى تعمل فى التخليق الحيوى للايثيلين ومن بينها تخليق/سينثاز حمض ١-أمينوسيكلوبروبان-١-كربوكسيك 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid synthase والإنزيمات المكونة للايثيلين وهذا يؤدى إلى تأخير عملية النضج.

٣- ينخفض فقد الأحماض العضوية فى التفاح والكمثرى أثناء التخزين فى (ج.ض) جو مضبوط وربما كان هذا نتيجة زيادة تثبيت fixation ك أ٢ وتثبيط أيض التنفس وإستهلاك أقل للأحماض.

٤- وفى بنجر السكر والكرنب الصينى والمشمش والخوخ يبطؤ معدل إنخفاض الكربوايدرات فى التخزين فى ج.ض.

٥- ج.ض يحافظ على فيتامين ج والأحماض الأمينية فى عدة فواكه وخضر طازجة.

٦- يقل السمط وتغير اللون والفساد والتكسر الداخلى.

٧- يزداد الإحتفاظ بالتماسك والنكهة والقيمة الغذائية.

التأثيرات على الإضطرابات الفسيولوجية

effects on physiological disorders

السمط scald هو أحد الإضطرابات الخطيرة فى التفاح والكمثرى وبعض الفواكه الأخرى أثناء التخزين. والتخزين فى ج.ض خاصة فى تركيزات أ٢ منخفضة يؤدى إلى خفض تعرض الفاكهة للسمط. والتبقع الأحمر russett spotting فى الخس يمكن أن ينتج عن التعرض للايثيلين أو درجات حرارة دافئة أثناء الشحن أو التخزين ويمكن خفض هذا التغير الفسيولوجى فى جو منخفض الأكسجين. والبقع النخرية necrotic spots على الأوراق الخارجية للكرنب بمكن منعها إلى درجة كبيرة فى جو منخفض أ٢ ولكن ليس بالمعاملة بثانى أكسيد كربون مرتفع التركيز. كذلك فإن ج.ض يؤدى إلى خفض حدوث وشدة التعريق vein streaking فى أوراق الكرنب.

ويؤدى ج.ض إلى خفض ضرر البرودة chilling injury فى بعض المحاصيل الحساسة بينما قد يزيد أولا يكون تأثير له فى محاصيل أخرى فحفظ الكوسة (القرع) squash zuchini فى جو منخفض الـ أ٢ حسن من ضرر البرودة على درجة حرارة ٢,٥°م. وفى تمر الجنة grapefruit فإن المعاملة المبدئية قبل التخزين بتعريض تمر الجنة لـ ٤٠٪ ك أ٢ على ٢١°م لفترة قصيرة خفض من التلون البنى brown staining وتنقر القشر rind pitting وهما من علامات ضرر البرودة عند ١°م. وفى الأفوكادو فإن تعريضه على فترات متقطعة إلى ٢٠٪ ك أ٢ قلل من ضرر البرودة على ٤°م. وفى الخوخ فإن إضافة ك أ٢ قلل من التكسير الداخلى الذى يتسبب عن البرودة وأمكن للخوخ أن يحتفظ بمقدرته على النضج. وفى الباميا أمكن لـ ج.ض من أن يقلل من شدة ضرر البرودة ولكن رفع مستويات ك أ٢ أو خفض تركيز أ٢ يمكن أن يزيد من علامات ضرر البرودة فى الخيار والفلفل (الجرس) bell pepper والطماطم.

جدول (١): بعض إحتياجات التخزين فى جو مضبوط للخضر والفاكهة.

إسم الغذاء: عربى ، انجليزى / علمى	التركيز النافع ٪ أ٢	التركيز النافع ٪ ك أ٢	درجة الحرارة المناسبة °م	مدة التخزين التقريبية	ملاحظات
بروكولى broccoli	١ – ٢	٥ – ١٠	صفر	٣–٥ أسبوع	يحفظ اللون الأخضر
Brassica oleracea italica					
بصل جاف onion, dry	صفر – ١	صفر – ٥	صفر	٨ شهر	يتحمل أ٢
بصل أخضر onion, green	١	٥	صفر	شهران	منخفض
Allium cepa					
بقدونس parsley	٨ – ١٠	٨ – ١٠	صفر	٣ شهر	
Petroselinum crispum					

إسم الغذاء عربى ، انجليزى	علمى	التركيز النافع ٪ أ٢	ك أ٢	درجة الحرارة المناسبة °م	مدة التخزين التقريبية	ملاحظات
خرشوف artichoke	*Cyanara scolymus*	٣ – ٢	٣ – ٢	صفر	شهر	يقل تغير اللون
خس، الرأس lettuce, head	*Lactuca sativa*	٣ – ١	صفر	صفر	٣-٤ أسبوع	
خيار cucumber	*Cucumis sativus*	٤ – ١	صفر	١٢	٣ أسبوع	يقل الاصفرار
ذرة corn, sweet	*Zea mays*	٤ – ٢	١٠ – ٥	صفر	أسبوعان	يقل فقد السكر
سبانخ spinach	*Spinacia oleracea*	١٠ – ٧	١٠ – ٥	صفر	٣ أسابيع	
طماطم tomato	*Lycopersicon esculentum*	٥ – ٣	٣ – ٢	١٢	٤-٦ أسبوع	
عش الغراب mushroom	*Agaricus bisporus*	هواء	١٥ – ١٠	صفر	١-٢ أسبوع	يتأخر انفتاح القلنسوة cap
فاصوليا خضراء bean, snap	*Phaseolus vulgaris*	٣ – ٢	٧ – ٤	٨	أسبوعان	يقل فقد اللون
فاصوليا ليما bean, lima	*Phaseolus limensis*	٥ >	٣٥ – ١٠	٧ – ٥	٧-١٠ يوم	فقط المزالة القشر
فجل radish	*Raphanus sativus*	٢–١	٣ – ٢	صفر	٤ شهر	
فلفل حلو pepper, sweet	*Capsicum annuum*	٥ – ٢	صفر	١٢	٣ أسبوع	
قاوون cantaloupe	*Cucumis melo*	٥ – ٣	٢٠ – ١٠	٨	٢-٣ شهر	يقل النضج
قنبيط cauliflower	*Brassica oleracea botrytis*	٣ – ٢	٤ – ٣	صفر	شهر	
كرات مصرى leek	*Allium porrum*	٦ – ١	١٠ – ٥	صفر	٤ أشهر	
كرفس celery	*Apium groveolens*	٤ – ١	٥ – ٣	صفر	٣ أشهر	
كرنب cabbage	*Brassica oleracea, capitata*	٣ – ٢	٦ – ٣	صفر	٦-٨ شهر	يستخدم على نطاق واسع تجارياً

إسم الغذاء عربي ، انجليزى	علمى	التركيز النافع ٪ أ٢	ك أ٢	درجة الحرارة المناسبة °م	مدة التخزين التقريبية	ملاحظات
كرنب بروكسل Brussels sprouts	*Brassica oleracea gemmifera*	١ – ٢	٥ – ٧	صفر	٣–٥ أسبوع	يقل الاصفرار
كرنب صينى Chinese cabbage	*Brassica campestris*	١ – ٢	صفر – ٥	صفر	٤–٥ شهر	يقل انفصال الأوراق abscission
هليون/كشك ألماظ asparagus	*Asparagus officinalis*	هواء	١٠ – ١٤	٢	٣ أسابيع	ك أ٢ عال يكون مفيداً
فواكه المناطق المعتدلة						
الآس blueberry	*Vaccinium* sp.	٥ – ١٠	١٥ – ٢٠	-٠,٥ – صفر	٢–٣ لأسبوع	التبريد العاجل هام
برقوق plum	*Prunus domestica*	١ – ٢	صفر – ٥	-٠,٥ – صفر	٤–٥ أشهر	يؤخر النضج
تفاح apple	*Malus domestica*					
الصنف: إمباير empire		١,٥ – ٣	١ – ٥	٢	٥–٧ شهر	
براmليزسيدلنج bramley's seedling		٢	٦	٣ – ٤	٧ أشهر	يقلل النقرة المرة
بوسكوب boskoop		١,٥ – ٢	١,٥ >	٤	٥–٧ أشهر	حساس لمرض انهيار درجة الحرارة المنخفضة
جالا gala		١ – ٢	١ – ٥	صفر	٥ أشهر	
جرانى سميث granny Smith		١ – ٢	١ – ٣	صفر	٧–٩ أشهر	يقلل السمط scald
جولدن ديليشس golden delicious		١ – ٣	١ – ٥	صفر	٧–١١ شهر	الجو المضبوط السريع مفيد
جوناثان Jonathan		١ – ٣	١ – ٦	صفر – ٣	٤–٧ أشهر	يخفض بقعة جوناثان
روم بيوتى Rome beauty		٢ – ٣	٢ – ٥	صفر	٦–٨ أشهر	
ريد ديليشس red delicious		١ – ٣	١ – ٣	صفر	٧–١١ شهر	معرض للسمط scald
سبارتان spartan		١,٥–٢,٥	١ – ٢	صفر	٦–٨ أشهر	
ستايمان stayman		٢ – ٣	٢ – ٥	صفر	٧–٨ أشهر	
فوجى fuji		٢ – ٢,٥	١ – ٢	صفر	٧–٨ أشهر	يقلل السمط scald
كورتلاند cortland		٢ – ٣	٥	٢	٤–٦ أشهر	
كوكس اورانج بيبين cox orange pippin		١ – ٣	١ >	٣	٤–٦ أشهر	٢٪ أ٢ فى الأسبوع الأول ثم ١–١,٢٥٪ أ٢
مكنتوش McIntosh		١,٥ – ٣	١ – ٥	٣	٧–٩ أشهر	
نورذرن سباى northern spy		٢ – ٣	٢ – ٣	صفر	٨ أشهر	
نيوتاون newtown		٣	٥ – ٨	٢ – ٤	٨ أشهر	يتعرض لضرر درجة الحرارة المنخفضة
وورستر بيرمان worcester pearmain		٣	٥	١	٦ أشهر	

إسم الغذاء عربى ، انجليزى / علمى	التركيز النافع ٪ أ٢	ك أ٢	درجة الحرارة المناسبة °م	مدة التخزين التقريبية	ملاحظات
توت شوكى (عليق) blackberry *Rubus* sp.	٥ – ١٠	١٥ – ٢٠	-٠,٥ – صفر	أسبوع	التبريد العاجل هام
توت العليق rasberry *Rubus idaeus*	٥ – ١٠	١٥ – ٢٠	-٠,٥ – صفر	أسبوع	التبريد العاجل هام
تين fig *Ficus carica*	٥ – ١٠	١٥ – ٢٠	-١ – صفر	أسبوعان	
خوخ peach *Prunus persica*	١ – ٢	٣ – ٥	-٠,٥ – صفر	٦–٩ أسابيع	الأصناف تختلف في استجابتها
رحيقانى/زليق/خوخ أملس nectarine *Prunus persica*	١ – ٢	٣ – ٥	صفر	٣–٥ أشهر	يقلل التكسر الداخلى
عنب grape *Vitis vinifera*	٢ – ٥	١ – ٣	-١ – صفر	١–٦ أشهر	
فراولة strawberry *Fragaria* sp.	٥ – ١٠	١٥ – ٢٠	-٠,٥ – صفر	أسبوع	يستخدم تجاريا أثناء النقل
قمام المناقع/أديسة cranberry *Vaccinium macrocarpon*	١ – ٢	صفر – ٥	٣	٢–٤ أشهر	
كاكى/خرمس persimmon *Diospyros kaki*	٣ – ٥	٥ – ٨	-١ – صفر	٤ أشهر	
كريز حلو cherry, sweet *Prunus avium*	٣ – ١٠	١٠ – ١٥	-١ – صفر	٤ أسابيع	ك أ٢ مرتفع يخفض العطب
كيوى kiwifruit *Actinidia chinensis*	١ – ٢	٣ – ٥	صفر	٣–٥ اشهر	يؤخر النضج
كشمش اسود black currant *Ribes nigrum*	–	٢٥ – ٥٠	٢	٤ أسابيع	ك أ٢ ٥٠٪ ...سبوع الأول ثم ٢٥٪ بعد ذلك
كمثرى أسيوية pear Asian *Pyrus serotina* *Pyrus bretschneideri*					
الصنف: نيجيسيكى القرن العشرين Nijiseiki 20th century	٣	١	صفر	٩–١٢ شهر	
تولى Tou Li	١ – ٢	٣	صفر	٦–٨ أشهر	
يالى Ya Li	٣ – ٤	٢	صفر – ٣	٦–٨ أشهر	

إسم الغذاء عربى ، انجليزى علمى	التركيز النافع ٪ أ.	ك أ.	درجة الحرارة المناسبة °م	مدة التخزين التقريبية	ملاحظات
كمثرى أوروبية pear, European *Pyrus communis*					
الصنف: أنجو anjou	٠,٥ - ٢	٠,٥ - ٢	-١	٧-٩ أشهر	يقلل السمط scald
بارتلت bartlett	١ - ٢	١ - ٢	-١	٣-٥ أشهر	يوصى بالتبريد العاجل
باس كراسان passe crassane	٣ - ٤	٥ - ٧	-١	٦-٧ أشهر	يتحمل ك أ. عال
باكهامس تريومف packham's triamph	٢ - ٣	١ - ٢	-٠,٥	٨ أشهر	النضج الأمثل حرج
بوسك bosc	١ - ٣	٠,٥ - ١	-١	٤-٦ أشهر	النضج الأمثل حرج
كوميس comice	٢	٢ - ٣	-١	٥-٧ أشهر	
كونفرنس conference	٢	٢	-١	٤-٦ أشهر	
مشمش apricot *Prunus armeniaca*	٢ - ٣	٢ - ٣	-٠,٥ - صفر	٧ أسابيع	يؤخر النضج
فواكه المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية					
أفوكادو avocado *Persea american*	٢ - ٥	٣ - ١٠	١٠	٣-٦ أسبوع	يقلل ضرر التبريد
أناناس pine apple *Ananas comosus*	٢ - ٥	٥ - ١٠	١٠	٤ أسابيع	
بباظ papaya *Carica papaya*	٣ - ٥	٥ - ١٠	١٢	٢-٣ أسبوع	
برتقال orange *Citrus sinensis*	٥ - ١٠	صفر - ٥	٧	٨-١٢ أسبوع	تختلف مدة التخزين باختلاف الصنف
ثمر الجنة grapefruit *Citrus paradisi*	٣ - ١٠	٥ - ١٠	١٣	٦-٨ أسبوع	يقلل النقر spitting
ثمرة زهرة الآلام/أبو سبعة ألوان passion fruit *Passiflora edulis*	٥	٥	٧ - ١٠	٦ أسابيع	
زيتون olive *Olea europaea*	٢ - ٣	صفر - ١	٧	شهرين	
ليمون أضاليا/حامض lemon *Citrus limon*	٥ - ١٠	صفر-١٠	١٣	١-٦ أشهر	يؤخر التلف (العطب)
ليمون بنزهير lime *Citrus aurantifolia*	٥ - ١٠	صفر-١٠	١٣	٦-٨ أسابيع	يؤخر زوال اللون الأخضر
مانجو mango *Mangifera indica*	٣ - ٥	٥ - ١٠	١٣	٥ أسابيع	يؤخر النضج
موز banana *Musa* spp.	٢ - ٥	٢ - ٥	١٤	١-٦ أسبوع	يؤخر النضج

ولكن نلحظ أحياناً زيادة التلون البنـــى brown discoloration فى قلب التفاح وحول الأنسجة المجاورة للقشرة adjacent cortex فـى التفاح والكمثرى فى تركيزات ك أ٢ عالية. وتؤدى تركيزات ك أ٢ العالية فى وجـود الايثيلين إلى حدوث القلب الأبيض فى فاكهة الكيوى kiwi-fruit. كما أن شدة التلون البنـى brown stain فى الخس تزيد مع زيادة مستويات ك أ٢.

وعلـى ذلـك فكـل فاكهـة أو خضـر لـه متطلباتـها المختلفة وماتتحمله من جو معدل والمحافظة على التخزين فى جـو مضبـوط (ج.ض) يتطلب المراقبة المستمرة للغازات ودرجة الحرارة لمنع أى خروج عن الظروف الموصى بها.

والنضج المناسب وحالة المادة الغذائية الداخلية عنـد الحصـاد وسـرعة الوصـول إلى جـو التخزيـن المرغوب هى عوامل هامة فـى نجاح التخزين فـى جـو مضبـوط. ويجـب ضبـط درجـة الحـرارة دائمـاً حيـث أن ج.ض. هـو إضافـة للتـبريد المناســب والمناولة بعناية careful handling وليس بديلاً عنها.

والجدول (١) يعطى ملخصاً لمتطلبات التخزين فى جو مضبوط لبعض الفواكه والخضر.

الجو المحور (ج.ح)

أنظر التعبئة : التعبئة فى جو محور (ع.ج.ح)
Modified Atmosphere Packaging (MAP)

أنظر أيضاً: تدخين fumagation

جوبسة عطرية woodruff

(الشهابى)

الإسم العلمى *Asperula adonata*

الفصيلة/العائلة: فويات

(أمين رويحة)

بعض أوصاف

عشبة يبلغ إرتفاعها نحـو ٣٠سم أوراقها تنبـت مـن الساق المربعة الأضلاع مباشرة بمجموعات دائرية متباعدة وللورقة تشكل كالحربة وأزهارها صغيرة بيضاء.

والرائحة العطرية تفوح عند الهرس والتجفيف.

وهى ذات مذاق خفيف الحرارة

الإستخدام

تستخدم طازجة فقط للتتبيل ويحضر (شاى) من المجفف منها ويبلغ شذاها ذروته إذا تركت لتذبل قليلاً قبل الإستعمال.

وهـى تدخـل أيضـاً فـى الكومبـوت والحلويـات والسلطات والأغذية المثـ[illegible] تحسين الطعم.

الفوائد الصحية

تنقية الدم وادرار البول وتهدئة الأ[illegible]ب ومعالجة إضطرابات الكبد.

جـيد pH

(McGraw-Hill Dic.)

جـيد هـو مصطلـح يسـتخدم لوصـف نشـاط أيـون الأيدروجين فى نظام ما. وهو يســاوى – لـو نـيد+ – log a_H^+ وهنـا لـو يـد+ هـى نشـاط أيـون

الأيدروجين. وفى المحلول المخفف فإن النشاط هو أساسا يساوى التركيز ويعرف جيد بأنه – لو.، [يد+] ([H^+] $-\log_{10}$) حيث يد+ هو تركيز أيون الأيدروجين بالجزيئات الغرامية moles فى اللتر والمحلول الذى رقم جيد فيه من صفر – ٧ يكون حمضيا acid والذى رقم جيد فيه هو ٧ يكون متعادلا neutral وأكثر من ٧ إلى ١٤ يكون قلويا alkaline.

أنظر: أيون

قياس جيد pH measurement

هو تحديد تركيز أيون الأيدروجين فى محلول متأين بواسطة دليل مثل الفينولفثالين أو بواسطة مقياس جيد.

مقياس جيد pH meter

مقياس اليكترونى للفولت يستخدم قطبا يستجيب لـ جيد ويعطى تحويلا مباشرا لإختلافات الفولت إلى إختلافات فى رقم جيد عند درجة حرارة القياس.

أنظر: أيدروجين

مواد ضبط جيد pH control agents

هى المواد التى تضاف (مضافات الأغذية food additives) للمحافظة على أو تغيير الحموضة أو القلوية بما فيها المنظمات والأحماض والقلويات والمواد العادلة. (Ensminger)

أنظر: جهد، أكسد

---

lime جير

الجير هو أيدروكسيد الكالسيوم وهو يستخدم فى عملية تسمى liming.

ماء الجير lime water

وهو محلول مائى قلوى لأيدروكسيد الكالسيوم يستخدم فى الطب كمضاد للحموضة. كما يستخدم مع الأغذية كالسمك الجاف stock fish حيث تنقع فيه كما قد ينقع فيه قشر البطيخ لجعله قصما crisp كما ينقع فيه الذرة لإزالة القشرة الصفراء الخارجية قبل تحضير بعض الأغذية المحلية فى المكسيك مثلا.

(McGraw-Hill Dic. & Stobart)

والأسماء: بالفرنسية eau de chaux وبالألمانية Kalhxerasser وبالإيطالية acqua di calce وبالأسبانية agua de cal

جاف

ptomaine جيفين

(Becker)

هو أحد الأمينات الثنائية التى توجد طبيعيا مثل بتريسين putrescine أو كادافرين cadavrine وتنتج فى البروتين المتعفن decaying بتأثير البكتيريا المزيلة لمجموعة الكربوكسيل decarboxylating للحمضين الأمينين الأورنيثين ornithine والليسين lysine كما ينتج توماتروبين ptomatropine من الأحماض الأمينية ويسبب تسمما يسمى توماتروبزم ptomatropism أعراضه

تشبه السمم بالأتروبين atropine ومنها نبض سريع وتفتح إنسان العين dilated pupils وجفاف الفم. ويمكن التعرف على الجيفينات ptomaines بسهولة بالمظهر المتدهور للمادة حيث تكاد تكون سائلة مع رائحة عفنة putrid. (Ensminger)

جيلاتى ice-cream

أنظر: مثلوجات اللبن

جيلاتين gelatin(e)

الجيلاتين بروتين معقد يحتوى أحماضاً أمينية ضرورية ومشتقاً من الكولاجين الموجود فى جلد وعظام الحيوانات.

الكولاجين collagen

وجوده occurrence

الكولاجين مكون هام فى الجلد والعظام ويكون ٣٠٪ من كل البروتين الإنسانى ونسبة تشابه ذلك فى الحيوانات الأخرى. وهو منتشر فى الفقريات واللافقاريات ويختلف فى تكوين الأحماض الأمينية ولكن يعطى نفس الوظيفة القوة والدعم للأنسجة والأجهزة فى الحيوانات.

التركيب structure

جزىء الكولاجين يوجد كحلزون ثلاثى يكون ثلاث سلاسل ∝ ويثبت بروابط أيدروجين. وبه نسبة عالية من الجليسين (٣٣٪) وحمض البرولين والأيدروكسى برولين (٢٢٪) وهناك عشرة أنواع جيلاتين معروفة وتختلف فى سلاسل ∝. وهناك أربعة أنواع عرفت أيضاً مؤخراً وأحسن الأنواع معرفة هى نوعا ١، ٣ I & III والوزن الجزيئى للكولاجين ٢٨٥٠٠٠ دالتون وللسلاسل ∝ ٨٥٠٠٠ دالتون.

وفى معظم الأنسجة يتكون الكولاجين من حزم من أربعة أو خمسة جزيئات لتكون التركيب المعروف باسم الخيوط fibrils. وهذه تتصل بخيوط fibrils أخرى لتكون حزماً من قطر أكبر وهذه الخيوط تثبت بتكوين تشابكات جزيئية intermolecular cross links بين الليسين أو الأيدروكسى ليسين lysine or hydroxylysine ودرجة هذا التشابك تزيد بنضج الحيوان.

جيلاتين gelatin

التصنيع manufacture

ثلاثة أنواع من الجيلاتين معروفة أوسيين ossein (من العظام) جلد البقر bovine hide وجلد الخنزير pig skin ويتم ا[illegible] خلاصه من الكولاجين بالخطوات الآتية:

الغسيل washing: الغسيل الأصلى للمواد البادئة بزيل الشوائب وهذه الخطوة تشمل [illegible]الة الشحم والمعادن من العظام لإنتاج الاوسيين ossein.

المعاملة المبدئية pretreatment: عملية المعاملة المبدئية مصممة لتحويل الكولاجين إلى شكل صالح للإستخلاص ولتحقيق ذلك فعدد كاف من الروابط غير التساهمية فى الكولاجين يجب أن تكسر من أجل إطالة سلاسل α حرة كما أن العملية

تزيل المواد العضوية الأخرى مثل بروتيوجليكان proteoglycan والميوسينات myocins والسكريات. وبنضج الكولاجين فإن نسبة الجزء الذائب (بروكولاجين procollagen) تنخفض بتقدم التشابك ولتحويل الكولاجين الى جيلاتين ذائب يستخدم طريقتان:

١- معاملة مبدئية بالحمض تؤدى إلى عملية حمض أو نوع أ A جيلاتين.

٢- معاملة مبدئية بالقاعدة تؤدى إلى عملية قلوى أو نوع ب B جيلاتين.

والمعاملة المبدئية بالحمض وهى أقل شدة عن إستخدام القلوى تستخدم مع جلد الخنزير والاوسيين الطازج من الحيوانات الصغيرة. بينما المعاملة المبدئية بالقلوى تستخدم مع جلد البقر والاوسيين.

الإستخلاص extraction: عملية الإستخلاص مصممة للحصول على أقصى إنتاج يجعل الظروف مثلى فى التوازن مابين جيد ودرجة الحرارة ووقت الإستخلاص وفى كل يحصل على الجيلاتين من المادة الخام فى ثلاث الى أربع إستخلاصات منفصلة كل منها عند درجة حرارة متزايدة ودرجات الحرارة ٥٥°م للإستخلاص الأول، ٦٠°م للإستخلاص الثانى، ٧٠°م للثالث ، ٨٠-٩٠°م للنهائى وكل منها تعطى جيلاتينا بدرجة جل أقل وكذلك لزوجة أما اللون فيزيد.

التنقية purification: بعد الإستخلاص يرشح الجيلاتين لإزالة المواد غير الذائبة العالقة مثل الدهن والياف الجيلاتين غير المستخلص وينقى أكثر بإزالة الأيونات وهذه تزيد الأملاح غير العضوية المتروكة من المعاملة المبدئية وكذلك تضغط رقم جيد إلى رقم يصلح للبيع والجيلاتين التجارى يباع على جيد ٥,٠ - ٥,٨.

التركيز concentration: فى المرحلة النهائية يحدث تبخير وتعقيم وتجفيف وهى تجرى بأسرع مايمكن لتقليل فقد الخواص ثم يعرض الجيلاتين للإختبار المعملى لخواصه الفيزيقية والبكتريولوجية.

التركيب structure

التركيب الأولى للجيلاتين يشبه الكولاجين المحضر منه ويختلفان من حيث المواد الخام والمعاملة المبدئية وطرق الإستخلاص ويمكن تلخيصها فى: ١- الإزالة الجزئية لمجموعات الامايد amide مما ينتج عنه زيادة فى محتويات حمض الأسبارتيك والجلوتاميك. ٢- تحويل الأرجنين إلى اورنيثين أثناء المعاملة المبدئية بالقلوى القوى.

الخواص properties

الجيلاتين التجارى يتكون من بروتين جيلاتين فى حالة عالية من النقاء والمواد غير البروتينية الموجودة هى أساسا الرماد والرطوبة والمضاف الذى قد يضاف أثناء التصنيع هو كب أ، ويستخدم كمثبط للون أثناء الإستخلاص والتبخير وليس كمادة حافظة وهناك نسبة صغيرة عن الكربوايدرات (١ - ١,٥٪) على هيئة جلوكوز وجالاكتوز-جالاكتوز

مرتبطة بالجيلاتين عند الأيدروكسي ليسين hydroxylysine.

وأهم خواص الجيلاتين لمستخدمي الغذاء هي قيمة اللمعان bloom وهي وظيفة لقوة الجل والزوجة (وهي تعطي مقياساً لخواص المحلول) والنشاط السطحي (أو خواص عديد الاليكتروليت polyelectrolyte) وسيناقش فيما بعد.

حجم الجسيم والذوبان particle size & solubility: الجيلاتين بالرغم من أنه غير ذائب في ماء بارد والسوائل الأخرى مثل اللبن ومحلول سكر وأحماض الأغذية المخففة ....الخ يتنفخ ويمتص ١٠ أمثال وزنه من الماء ومعدل ذلك يتوقف على حجم الجسيم. وخواص الإنتفاخ في الماء البارد تحدد بدرجة الحرارة ومحتوى الملح أو السكر في السائل وكلها تؤثر على معدل أخذ الماء.

نقطة التكاهر ونقطة تساوي الأيونات isoelectric & isoionic points: نقطة التكاهر جـ pI تعرف بأنها رقم جـيد الذي عنده لايحدث هجرة في حقل كهربي بينما تعرف نقطة تساوي الأيونات جـ Pi بأنها رقم جـيد الذي عنده ليس هناك شحنة صافية net charge على الجزيء. وفي محلول مزال الأيونات فإن نقطة التكاهر ونقطة تساوي الأيونات متماثلتان لمعظم الإغراض.

ونقطة التكاهر تتوقف على المعاملة المبدئية أثناء تصنيع الجيلاتين. والنوع أ A أو الجيلاتين المعامل بالحمض له نقاط تكاهر تختلف من ٦,٥ – ٩,٠ وجيلاتين الاوسيين الحمضي هي عند النهاية المنخفضة للمدى مع نقطة جـ PI من ٦,٥ – ٧,٢ بينما جلد الخنزير الحمضي فهو غالباً يكون مابين ٧,٥ – ٩,٠. وكثير من خواص الجيلاتين الفيزيقية لها إما قيم دنيا أو قيم عليا عند نقطة التكاهر بمعنى أن الجيلاتين المحضر بالحمض أو القلوي يمكن أحياناً أن يكون عمله مختلفاً في نفس النظام.

خواص المحلول solution properties

الجيلاتين لايستخدم كمادة مثخنة نظراً لإنخفاض كثافته نسبياً فهناك عديد سكريات متاحة لهذا الغرض ولكن يستخدم لخواصه ذات النشاط السطحي إما كمثبت أو مستحلب أو كعديد الالكتروليت. والجيلاتين عالي اللزوجة يكون له درجة حرارة ذوبان عالية ووقت عقد setting time أسرع قليلاً بينما تلك التي لها لزوجة منخفضة يمكن تحضيرها في تركيزات عالية بدون تسبيب مشاكل نظرا للتذييل tailing عندما ترسب في القوالب.

ومحلول من الجيلاتين في الماء له لزوجة أو قوة تثخين تتناسب مع تركيزه ورقم جـيد والقوة الأيونية واللزوجة النسبية للجيلاتين نفسه والعلاقة مابين اللزوجة والتركيز ليست متناسبة طرديا ولكن بالتقريب لوغاريتمية. وهناك علاقة خط مستقيم للوغاريتم اللزوجة مع مقلوب درجة الحرارة المطلقة. واللزوجة تكون أقل مايمكن عند نقطة التكاهر وتزداد بإزدياد الشحنة على الجزيء.

خواص الجل gel properties

تحضير الجل preparation of gel: يشتت الجيلاتين أولاً فى ماء بارد (وليس العكس أبداً) ويسمح له بأن ينتفخ. ثم يسخن المشتت dispersion إلى ٥٠-٦٠°م والمحلول الناتج يسمح له أن يبرد بدون تقليب. ويتكون الجل على درجات حرارة أقل من حوالى ٢٥°م ويتوقف على نوع الجل.

ميكانيزم تكون الجل mechanism of gel formation: عندما يكون محلول الجيلاتين ساخناً فإنه يوجد كسلاسل غير مركبة unstructured وعندما يبرد المحلول تأخذ السلاسل تركيباً حلزونياً وتبتدىء فى التجمع aggregate. وبالتبريد أكثر تبتدئ هذه التجمعات فى الإرتباط associate والموقع حيث يرتبط متجمعان إلى بعضهما يشار إليه بأنه نقطة الإتصال junction zone وعندما تتكون مناطق إتصال كافية فإن شبكة من ثلاثة أبعاد أو جل gel تنتج. وحتى بعد تكون شبكة الجل فإن مناطق إتصال جديدة تستمر فى التكون أو أن مناطق الإتصال الموجودة تتقوى re-enforced وهذا هو نضج الجل ويأخذ عادة ١٠ ساعات على ٢٠°م للجل ليثبت (وفى هذا الوقت تتغير أيضاً قوة الجل وعلى ذلك فلا يجب قياس قوة الجل حتى تمضى ١٠ ساعات) ووقت النضج قد يكون أقصر إذا تكون الجل بالتبريد البطئ جداً.

وطبيعة مناطق الإتصال غير معروفة فالربط الأيدروجينى يحدث مابين مجموعات الايمينو imino-groups أو مجموعات -يد القريبة مثل على الجليسين (ومعروف أن مكسرات الرابطة الأيدروجينية مثل الثيوسيانات أو اليوريا تمنع تكون الجل) والتوازن بين تكوين مناطق الإتصال والتكسر يتحرك لخلق تركيب جل ديناميكى عندما تقترب درجة حرارة المحلول من نقطة العقد وعند هذا الطور فإن الجزيئات الأكبر المتفرعة تبتدئ فى التجمع خلال تكون مناطق الإتصال مع سلاسل α الأصغر.

قياس قوة الجل measurement of gel strength: قوة الجل فى الجيلاتين يقال عنها تجارياً قوة اللمعان bloom strength وقيمة اللمعان فى الجيلاتين تعرف بأنها الوزن اللازم لدفع مكبس أسطوانى cylindrical plunger قطره ١٢,٧مم مسافة ٤مم فى جل سبق تحضيره له تركيز $\frac{٢}{٣}$٦٪ وزن/وزن ونضج على ١٠°م لمدة ١٦-١٨ ساعة. وتقديرات قوة الجل التى لاتقاس تحت هذه الظروف لايمكن أن يقال عنها قوة لمعان bloom strength. ويستخدم للقياس:

١- جيلومتر اللمعان أو جيلومتر طلقة الرصاص أو ٢- جيلومتر بوتشر Boucher gelometer أو ٣- محلل القوام ستيفنز-ل ن ر أ Stevens-LFRA.

العوامل التى تؤثر على خواص جل الجيلاتين:

التركيز concentration: تتوقف العلاقة مابين التركيز وقوة الجل على نوع وأصل الجيلاتين

ولكن بإستخدام الجيلاتين الموجود فى صناعة الأغذية أى ١٠٠ – ٢٥٠ لمعان فالعلاقة

(ر١)ن × (ب١) = (ر٢)ن × (ب٢)

$$(C_1)^n \times (B_1) = (C_2)^n \times (B_2)$$

حيث: ر = تركيز الجل

C = concentration of gel concerned

ب = لمعان الجل

B = bloom of gel concerned

ن = ١,٧ للجيلاتين عالى اللمعان ، ١,٨ – ١,٩ للجيلاتين الأقل قوة من ١٥٠ – ١٠٠ لمعان

n = 1.7 for high-bloom gelatin and 1.8-1.9 for lower strength gelatin of 150-100 bloom

تأثير رقم جيد effect of pH : تتأثر قوة الجل بمحاليل جيد عند الأطراف من المدى. فمن جيد ٤ إلى جيد ٩ لاتتأثر إلى أى مدى جوهرى. والجل الخفيف (<٢٪) يتأثر أكثر بينما الجل الأقوى (>١٠٪) غير حساس نسبيا لرقم جيد.

زمن ودرجة حرارة العقد
time & temperature of set

تتوقف قوة الجل على وقت ودرجة حرارة العقد set وهذا يختلف من جيلاتين إلى آخر ويتوقف على نسب الأجزاء الجزيئية الموجودة وبذا على اللزوجة. وعندما يكون الجل فى طور التكون فإنه كلما إستطاعت الحلزونات أن ترص نفسها قبل أو أثناء النضج كلما كان عدد الإتصالات التى تتكون أكبر وإذا برد الجيلاتين بسرعة snap-chilled فإنه وجد أن يكون له قوة جل أقل جوهريا عن المتوقع. والموائع التى تدخل فى روابط الأيدروجين لايمكن أن ترص نفسها بكفاءة كافية لإنتاج العدد المتوقع من الإتصالات بينما إذا هيئ الجل على درجة حرارة فوق نقطة العقد مباشرة tempered فإن قوة الجل تكون أعلا عن تلك المتوقعة.

تأثير درجة حرارة الذوبان
effect of melting point

الخواص الفريدة الحسية التى يظهرها الجيلاتين تتوقف كثيرا على نقطة الإنصهار وهذه بالتالى تتأثر بـ :

١- قيمة اللمعان bloom value ولزوجة الجيلاتين.

٢- تركيز الجل.

وهذه يمكن أن تتغير بمكونات أخرى موجودة فى الغذاء مثل الأملاح والسكريات وعوامل تكوين جل وتثخين أخرى . الخ.

تأثير المركبات ذات الأوزان الجزيئية المنخفضة

معظم السكريات البسيطـ ليسرول والمواد غير الالكتروليتية الأخرى تساهم فى زيادة قوة الجل (الفركتوز والسوربيتول مستثنين) بينما إضافة معظم الاليكتروليتات له التأثير العكسى.

الإنسجام مع بوليمرات الأغذية الحيوية الأخرى
compatibility with other food biopolymers

البوليمرات الحيوية للأغذية يمكن أن تقسم إلى مجموعتين تبعا لتركيبها ومحاليل الجيلاتين فتفاعلاتها معها بناءة أو هدامة constructively or destructively تبعا للوسط:

١- البوليمرات الحيوية التى لاتحمل شحنات (مثل صمغ الخروب وصمغ الجوار والنشويات) هذه الأيدروغرويات يمكن إضافتها فى تركيزات منخفضة (منفصلة عن الجيلاتين) إلى معظم أنظمة الأغذية بدون التأثير على الخواص الجيلية للجيلاتين.

٢- بوليمرات حيوية ذات شحنة (مثل البكتينات والألجينات والأجار والكاراجينات والصمغ العربى) هذه الايدروغرويات بشحنتها السالبة تتفاعل مع الجيلاتين. فعندما يكون الجيلاتين له شحنة صافية موجبة يحدث أن تتحد الجزيئات الغروية كهربياً coacervating فى طور متصل بينما يعمل بتآزر عندما يكون الجيلاتين ذا شحنة سالبة ودرجة التآزر تتوقف على كثافة الشحنة السالبة وتوزيعها على الأيدروغروى.

تأثير ظروف المعاملة

يثبط الجيلاتين ويفقد خواصه الجيلية عندما يتعرض لظروف من الحرارة و جيد متطرفة وعند مهاجمة الإنزيمات.

خواص عديد الاليكتروليت
polyelectrolyte properties

جزىء الجيلاتين مع مابه من الأحماض الأمينية الحامضية والقاعدية فى السلاسل الجانبية يكون له خواص عديد الاليكتروليت كما أنه حقلى amphoteric فعند جيد أقل من نقطة التكاهر فالجزئ يكون به شحنة صافية موجبة وفوق هذه النقطة شحنة سالبة صافية. وحيث أن نقطة التكاهر يمكن أن تختلف كثيراً فالشحنة الصافية تتوقف على جيد الوسط.

النشاط السطحى وخواص السل المرتبطة
surface activity & related sol properties

الجيلاتين يستخدم كثيراً من أجل خواصه ذات النشاط السطحى فيغير من معدل نمو البلورات فى المحاليل فوق المشبعة مثل المارشميللو/الخطامى والجيلاتى بينما السكر ونمو بلورات الثلج يكبح معطيا المنتج المرغوب. كما يمكن استخدامه فى تثبيت المستحلبات الأخرى مثل المايونيز والباتيه paté ومجنسات اللحم meat homogenate. ويضاف الجيلاتين إلى أنواع عديدة من الزبادى من أجل تثبيت المنتج وهو يكون تركيب جل ضعيف يتشرب الماء الحر بينما يثبط فصل الشرش خاصة بعد البسترة. وسلوك عديد الاليكتروليت لمحاليل الجيلاتين يستخدم فى ترويق النبيذ وعصير التفاح من معلقات الخميرة والتانينات وعديد السكريات الأخرى التى تتكون أثناء التخمر. ويمكن إستخدامه فى عملية الترويق الساخنة hot fining process لإنتاج سيدر محسن وعصير التفاح وهذه الخواص تتصل بالمستوى الجزيئى إلى ثلاثة معالم: ١) الشحنة "الكلية overall" وتوزيعها على السلسلة. ٢) توزيع المجموعات غير الأيونية . ٣) الوزن الجزيئى (متوسط طول السلسلة).

التطبيقات applications

إستخدامات الجيلاتين فى إنتاج الأغذية: يستخدم الجيلاتين كمكون فى صناعة الأغذية للأسباب الآتية: ١- يكون جل عالى الجودة فى محاليل مخففة مع قوام يدوب فى الفم ونظيف.

٢- يكون قوام يشبه الصمغ مطاطى فى تركيزات جل يذوب ببطء فى الفم.
٣- ينتج إستحلاباً وثباتاً فى مخاليط سائل-سائل أو سائل-هواء أو سائل-صلب لاتختلط.
٤- يعمل كعديد اليكتروليت لتلبيد الجسيمات المعلقة أو الغرويات غير الثابتة من محاليل مخففة.
٥- يعمل كرابط كفء فى تصنيع الأقراص.
كما يستخدم الجيلاتين فى صناعة الأدوية والفوتوجرافيا.

مشتقات الجيلاتين gelatin derivatives

الجيلاتين الذى يذوب فى الماء البارد: عندما تجفف محاليل الجيلاتين بدون المرور خلال طور الجل فإنها تكون ذات تركيب غير متبلر - وليس كالجيلاتين الذى يجفف من طور الجل - لايظهر أى خاصية تبلر. وعندما يعاد تميؤ rehydrated هذه المحاليل المجففة على درجات حرارة تحت نقطة تكون الجل فانها تعقد وتكون جلا جاسىء rigid مماثل تماما للجيلاتين العادى. والجيلاتين - للأسف - عندما يجفف فإنه يسترطب جدا ومن الصعب تكوين جل بتركيزات متوسطة وللتغلب على هذه الصعوبة فهناك مخاليط من الجيلاتين مع عدد من المواد الحاملة متاحة ؛ شراب الجلوكوز والنشا لأنها مكونات فى كثير من المنتجات حيث يستخدم الجيلاتين. والجيلاتين الفورى المجفف على اسطوانات متاح أيضًا ولكن يجب أن يخلط جيدا مع المكونات الأخرى لضمان الذوبان الكامل.

الجيلاتين المحملأ hydrolysed gelatin

يختلف الجيلاتين المحملأ عن الجيلاتين العادى فى أنه ذائب فى الماء البارد ولكن لايمتلك أى قوة تكوين جل.

وحلمأة الجيلاتين معقدة فيجب أن يكون هناك ضبط جيد للتفاعل لتجنب تكوين منتجات غير مرغوبة مثل "الببتيدات الحرة". ويستخدم أحيانا الكولاجين نفسه وبذا يتجنب مرحلة إستخلاص الجيلاتين وهناك مدى من الجيلاتين المحملا كل منها لها مدى وزن جزيئى مضبوط والذى يمكن أن يختلف من <١٠٠٠ إلى ١٥٠٠٠ دالتون. ويمكن أن تستخدم فى ربط الأقراص وكعوامل تحبب لتحل محل الجيلاتين الذى هو لايذوب فى الماء البارد تحت الظروف العادية للإستخدام. والجيلاتين المحملأ يعطى قرصا معدلا أحسن للذوبان والتكسر. كما تستخدم كمستحلبات فى مستحلبات لحم-دهن وكعوامل كبسلة لمركزات النكهة للإستفادة من محتواها المنخفض من الكربوايدرات.

والجيلاتين المحملأ يمكن أن يحفظ فى محلول مركز فى الحفظ بالحجم bulk pack ويعامل بالحرارة فائقة العلو ultra-heat-treated أو بإضافة مادة حافظة إليه. وهذه تدخل صناعة النبيذ كعوامل تنقيه معدة للإستخدام ويكون لها خواص نافعة من الجيلاتين من بينها ثبات المستحلب وحماية الغرويات وتشجيع التلبد flocculation. ومعظم الإنتاج موجه لسوق التجميل لكى تضاف إلى الشامبو "كبروتين" وإلى الكريمات واللوشن lotions كجيلاتين محملأ حيث يستفاد من خواص إمتصاص الجلد والشعر لها.

تحليل محتوى الجيلاتين
analysis of gelatin content

يستخدم هضم النتروجين لكيلداهل Kjeldahl أو تقديرات مفاعل البيوريت biuret reagent determinations (يمكن إستخدامها) إذا لم توجد أى مواد بروتينية أخرى. وعامل التحويل للجيلاتين أقل كثيراً من البروتينات الأخرى (٥,٣٦ للكولاجين ، ٥,٥١ لنوع الجيلاتين ب B و ٥,٤٦ لنوع الجيلاتين أ A) وتحليل الأيدروكسى برولين يصلح لجميع الظروف تقريباً مع درجة كبيرة من الدقة.

الناحية الغذائية

لأن الجيلاتين لايحتوى أى تربتوفان فلايمكن إستخدامه كبروتين كامل ولكنه يحتوى نسباً عالية من أحماض أمينية معينة (ليسين). وعلى ذلك فيمكن إستخدامه فى الإضافة إلى بروتينات أخرى لإعطاء مخلوط ذى قيمة بروتين أعلا من كل مكون . وعند خلطه ببروتين البقر فإن قيمة البروتين الصافية ترتفع من ٨٤٪ إلى ٩٩٪ (الجدول ١) وقيمة الطاقة للجيلاتين هى ١٤,٧ كيلوجول (٣,٥ كيلو كالورى/جم مما يفسر إستخدامه فى أغذية الحمية وذات الطاقة المنخفضة.

جدول (١): الأحماض الأمينية فى الكولاجين مولد الجيلاتين

الحمض الأمينى	النسبة فى كل ١٠٠٠	الحمض الأمينى	النسبة فى كل ١٠٠٠	الحمض الأمينى	النسبة فى كل ١٠٠٠
٣-ايدروكسى برولين	١	سيرين	٣٤	ارجنين	٤٩
٤-ايدروكسى برولين	١٠٨	الانين	١٠٤	فينيل الانين	١١
برولين	١١٥	هستيدين	٧	حمض اسبارتيك	٤٢
ليسين	٢٥	فالين	٢٣	ثريونين	١٦
ايدروكسى ليسين	٩	ميثيونين	٧	حمض جلوتاميك	٧١
جليسين	٣٤٠	مشابه الليسين	١١	تيروسين	٣
سستئين	صفر	لوسين	٢٤		

Macrae

والجيلاتين يعتبر من المواد المأمون إستخدامها GRAS.

والأسماء: بالفرنسية gelatine وبالألمانية Gallert وبالايطالية gelatina وبالأسبانية gelatina
(Stobart)

جيلاتيناز gelatinase

إنزيم يوجد فى بعض الخمائر والفطر يسيل الجيلاتين.

(McGraw-Hill Dic.)

جيلاتينى gelatinous

بمعنى يشبه الجيلاتين أو الجيلى jelly فى المظهر والتلازج consistency : لزج viscous ومتلبد flocculent. (Webster)

جيلى/هلام jelly

(Hui)

يتميز الجيلى/الهلام بأنه مادة للبسط spreads رائقة براقة/متلألئة sparkling حيث عصير الفاكهة هو مصدر النكهة وفى بعض الأحيان عامل التثخين thickening agent.

ولكنها تشترك مع بقية المحفوظات preserves فى أن تكونها يعتمد على تكون الجل gelation أى تكون شبكة البوليمر polymer network والتى تعطى المحفوظات والجل قوامها المميز ولذا سنناقش هذه المجموعة الهامة من منتجات الأغذية جميعاً هنا معاً.

المحفوظات preserves

يشمل هذا الإسم مدى واسع من المنتجات من بينها المربيات jams، الزبديات butters، المرملاد marmalade والمربى ذات الفاكهتين أو أكثر conserve والمُسَكَّرَات ordinary preserves. فالمسكرات preserves تحتوى على أكبر قطع من الفاكهة والمربى jam بها قطع أصغر مهروسة crushed أو مقطعة chopped مع إضافة حمض. وزبديات الفاكهة butters fruit تصنع من لب الفاكهة fruit pulp تطبخ إلى تلازج ناعم smooth consistency وهى تضغط خلال مصفاه غير ضيقة العيون coarse strainer وهى كذلك أكثر تركيزاً عن المربى وللزوجتها العالية فإن الشياط scorching يمكن أن يكون من مشاكل تصنيعها.

والمرملاد marmalade له مميزات كل من الجيلى/الهلام والمسكرات preserves فهى تحتوى قطع رفيعة من قشر الموالح أو الفاكهة وأساساً تصنع من الموالح وحدها أو مع فواكه أخرى والنسب عادة ٣٠ فاكهة (عصير وقشر) ، ٧٠ محليات. ومربى الفاكهتين أو أكثر conserve تشبه المربى غير أن فاكهتين أو أكثر قد طبخت سوياً وقد يضاف زبيب raisin ومكسرات nuts.

تكون الجل gel formation

تكون الجل أو شبكة البوليمر يعتمد على أربعة مكونات أساسية: البكتين والسكر والحمض والماء فى نسب صحيحة. وجل البكتين يشبه أسفنجة مملوءة بالماء والبوليمر ذائب جزئياً ومترسب جزئياً partially dissolved partially precipitated وسلاسل الجزىء تتصل محلياً بتبلر محدود limited crystallization مكونة شبكة ثلاثية الأبعاد تحتفظ بالماء والسكر والمواد الذائبة الأخرى. وبعض الفواكه مثل التفاح الحمضى tart وتوت العليق الأحمر والأسود red & black raspberries والبرتقال وقمام المناقع/أويسة cranberries تحتوى كمية كافية من كل من البكتين والحمض. بينما غيرها مثل التفاح الناضج ripe والبرقوق plums بها مايكفى من البكتين ولكن ليس من الحمض. ومع معظم الفواكه يجب

إضافة بكتين أو حمض أما السكر فيحتاج إليه دائما إذا إستخدم بكتين عالى الميثوكسيل high methoxyl pectin.

وتنص لوائح الحكومة الفيدرالية فى الولايات المتحدة على أن المحفوظات preserves يجب أن تحتوى على ٤٥ جزء من الفاكهة ، ٥٥ جزء سكر وتركز إلى ٦٥٪ أو أعلا مواد صلبة مما يعطى ناتجا شبه صلب. والجيلى يشبه المحفوظات به ٤٥ جزء من عصير فاكهة بعد ترويقه و ٥٥ جزء سكر وعلى الأقل ٦٥٪ مواد صلبة. وكلا المحفوظات والجيلى يمكن أن تستخدم ٢٥٪ على الأكثر شراب ذرة corn syrup للتحلية بجانب البكتين والحمض للحصول على قوام تكون الجل المطلوب. أما زبديات الفاكهة fruit butters فتحضر من مخاليط ما لايقل عن خمسة أجزاء بالوزن من الفاكهة لكل جزئين من السكر وأن تركز إلى مالايقل عن ٤٣٪ مواد صلبة ذائبة. وحيث أن الفاكهة يتباين تركيبها بالنسبة للنضج والظروف الجوية والتخزين فإن التكوين المناسب يصعب الحصول عليه. والفاكهة يجب أن تقطف قبل التصنيع/المعاملة مباشرة لضمان الطعم والقوام وفى الصباح المبكر لضمان الجودة. فالفاكهة زائدة النضج تنخفض فيها جودة السكر sugar quality وقد يعانى البكتين من تكسير الإنزيمات له وإذا لم تتوفر الفاكهة الطازجة فإن الفاكهة المجمدة أو المحفوظة بالتبريد أو المعلبة يمكن إستخدامها فى إنتاج المربات والمحفوظات.

ويحتوى عصير العنب والكشمش currant والليمون lemon والنارنج sour orange وتمر الجنة grapefruit على بكتين وحمض يكفيان لعمل الجيلى/الهلام. بينما تحتوى الفروالة والراوند rhubarb والمشمش على مايكفى من الحمض ولكن ليس من البكتين. بينما الكريز الحلو sweet cherries والسفرجل quince بها مايكفى من البكتين ولكن ليس من الحمض، فيمكن إضافة بكتين تجارى مسحوقا أو سائلا حيث يحتاج إليه. ولزوجة عصير الفاكهة دليل على مقدرتها على تكوين الجل gelling power.

ويوجد البكتين فى اللب والقشر/الجلد skins والبذور فى معظم الفواكه ويمكن إستخلاصه بالغلى. وعموما درجة ممثلة البكتين عند ٥٠٪ degree of methylation (DM) تقسم البكتين إلى بكتين عالى الميثوكسيل High methoxyl (HM) أو منخفض الميثوكسيل low methoxyl (LM) والأخير يضم أيضا البكتين الأميدى amidated. ويفضل اختبار البكتين عالى الميثوكسيل للجيلى والمحفوظات والبكتين منخفض الميثوكسيل لتصنيع مواد البسط spread منخفضة السكر من الفاكهة.

وأعلا درجة للممثلة هى ٧٥٪ وأمكن إنتاج درجات ممثلة من صفر إلى ٧٠٪ بعملية إزالة الميثوكسيل demethoxylation صناعيا.

ودرجة ممثلة البكتين عالى الميثوكسيل تحدد السرعة النسبية لتكون الجيلى. ومن هنا نشأ مصطلحا البكتين عالى الميثوكسيل بطىء العقد slow-set وسريع العقد rapid-set. فمع البكتين ذى درجات الممثلة الأعلا يحتاج إلى رقم جـ$_{يد}$ أعلا للحصول على عقد سريع. والعقد السريع ضرورى

لتبقى قطع الفاكهة معلقة ولمنع عومها flotation أو غوصها sinking. ومع الجيلى الرائق يحتاج الأمر إلى عقد بطىء حتى يمكن إزالة الفقاعات الهوائية. ويقدر البكتين بمقدار السكر الذى يمكن أن يكون جلاً معه فدرجة ١٥٠ تعنى أن رطلاً واحداً من هذا البكتين يكون جلاً مع ١٥٠ رطلاً من السكر. ويتكون الجيلى/الهلام عادة عند رقم جـيد ٣,١ والمربى عند ٣,٣ ويمكن أن يكون البكتين عالى الميثوكسيل مع محاليل سكرية لاتقل عن ٥٥٪ مواد ذائبة فى حدود أرقام جـيد ٢,٠ – ٣,٤ تقريباً. وعند تركيزات أعلا من ٥٥٪ يكون تكون الجل أمثل لكل من بكتين عالى الميثوكسيل معين ومدى جـيد يمكن فيه ضبط تكون هذا الجل.

والمواد السكرية sugars لها تأثير مجفف على ذوبان البكتين عالى الميثوكسيل ففى قيم أعلا للمواد الصلبة يكون هناك ماء أقل ليعمل كمذيب للبكتين وبذا يكون هناك ميل أكثر لتكوين الجل. ولأن تكون الجل يعتمد على توازن معين بين المواد الصلبة الذائبة ورقم جـيد فى الوسط فإنه يمكن أن يعوض عن إنخفاض المواد الصلبة الذائبة بخفض رقم جـيد. وأى بكتين عالى الميثوكسيل يمكن أن يكون جلا بسرعة أو ببطء ويمكن ضبط المعدل عن طريق المواد الصلبة الذائبة ورقم جـيد.

وهناك محاولات لتقدير محتويات الفاكهة فى المربيات عن طريق ربط معلومات التكوين الكيماوى خاصة العناصر غير العضوية كالرماد والمغنيسيوم والبوتاسيوم والتى لاتتغير أثناء المعاملة مع القوى الإنسيابية rheological forces.

تحويرات تكوين الجل: يلزم كل من الفاكهة والبكتين والسكر والحمض لتصنيع المربيات والجيلى/الهلام. وقد جربت إرتباطات مختلفة مثل: يضاف مستحلب emulsifier إلى سطح السكر ثم يخلط مع بقية السكر ثم يخلط بكتين ناعم جداً very fine مع الحمض ثم يضاف combined إلى معقد المستحلب–السكر. ويعمل المستحلب كلاصق glue (غراء) مسبباً إلتصاق جسيمات البكتين الدقيقة بسطح السكر وأيضاً كعامل مضاد لتكون الرغاوى وعامل تشتت dispersing فى إنتاج الجل النهائى.

وفى تطوير آخر توصل إلى تكوين بكتين يكون جلا فى خطوة واحدة one-step pectin gelling. فجسيمات البكتين تخلط مع جسيمات سكر خشنة ومبللة وقد يضاف الحمض جافا حيث يلتصق بالسكر أو يذاب فى ماء ويرش على الخليط وهذه توفر فى كمية البكتين المستخدم كثيرا إذا قورنت بطريقة الخلط الجاف لبكتين ناعم مع الحمض والسكر ويرجع هذا إلى إستخدام جسيمات أكبر من السكر وأصغر من البكتين فيذوب بكتين أسرع بينما يتأخر تركيز المواد السكرية الصلبة الغذائية.

ومع البكتين منخفض الميثوكسيل يضبط تكون الجل أساسا بالكالسيوم ثنائى التكافو الذى يتفاعل مع المجموعات الحمضية على سلاسل البكتين. ويمكن إستخدام البكتين منخفض الميثوكسيل مع مستويات مواد صلبة منخفضة حتى إلى ١٠٪. ومدى أرقام جـيد للبكتين منخفض الميثوكسيل هو ٣,٠ – ٦,٠ حيث أن دور الحمض يكون أقل. ولتكون الجل بنجاح فإنه يلزم أن تتفاعل

٥٠ - ١٠٠٪ من مجموعات الحمض مع الكالسيوم. والبكتين الأميدى - وبه مجموعات حمض حرة أقل - يتطلب كالسيوم أقل لتكوين الجل ويعتمد على الربط الأيدروجينى بين الأميد والمجموعات الحمضية الحرة. والجل المتكون يكون أكثر جسوءا more rigid من الجل الذى يتكون مع البكتين التقليدى (العادى) والذى يعطى تأثيراً مثخناً thickening effect ويستخدم مع المربيات والمحفوظات بنجاح بينما يستخدم البكتين الأميدى فى تكوين الجيلى/الهلام

المُحَليات الكربوايدراتية carbohydrate sweeteners

عند إستخدام البكتين عالى الميثوكسيل فإن السكر (سكروز) يمثل ٥٠٪ من الوزن الكلى ، ٨٠٪ من المواد الصلبة الكلية فى المربى. وهو بجانب مساهمته فى المواد الصلبة يحافظ على عمر الرف من وجهة الكائنات الدقيقة. ويعطى الحلاوة sweetness والجسم body والشعور الفمى mouth feel ويساهم فى تكوين الجل ويضيف لوناً ولمعاناً shine للمربى. ويمكن إستخدام مواد سكرية أخرى مثل شراب الجلوكوز والدكستروز وشراب السكر المحول والعسل الأبيض ولكن هذه المواد لها التأثيرات الآتية:

تحويل السكر inversion يخفض قوة الجل وأيضاً درجة حرارة تكون الجل. ويخفض شراب الجلوكوز من قوة الجل. وشراب الجلوكوز عالى مكافىء الدكستروز high-dextrose equivalent (DE) يخفض من درجة حرارة تكون الجل بينما يعمل شراب الجلوكوز العادى مكافئ الدكستروز regular DE على رفع درجة حرارة تكون الجل.

ويمكن إستخدام الكحولات السكرية sugar alcohols فى عمل منتجات الحمية الغذائية dietary products فالمربى المصنوعة بالسوربيتول يتم تصنيعها بإستخدام بكتين عالى الميثوكسيل مع ٦٥٪ مواد صلبة ورقم جيد ٣,٠ أما الزيليتول xylitol فذوبانه محدود وعند حد الذوبان ٣٩٪ فإن تكون الجل مع بكتين عالى الميثوكسيل يمكن الحصول عليه إذا خفض رقم جيد إلى ٢,٧.

وفى إحدى الدراسات إستخدم بكتين عالى الميثوكسيل وأيضاً بكتين منخفض الميثوكسيل والكاراجينان carrageenan وجل الألجينات alginate gels كعوامل تكوين جل gelling agents، وأستخدم السكروز وشراب الذرة عالى الفركتوز (ش.ذ.ع.ف HFCS high-fructose corn syrup كمحليات sweeteners وتراوح تركيز المواد الصلبة الذائبة مابين ٣٥-٦٥٪ مع إستخدام عديد الدكستروز polydextrose كمادة لأعطاء الحجم bulking agent وقورن بين خواص الماء المرتبط bound ونشاط الماء water activity وإندغام الجل syneresis والقوام texture والطعم الكلى overall taste فكان الجل المتكون من الألجينات-ش.ذ.ع.ف (٣٥٪ مواد صلبة ذائبة) قريب الشبه من الجل المتكون من بكتين عالى الميثوكسيل من حيث إمكان بسطهما spreadability properties وفاقت قوة السكروز فى ربط الماء قوة ربطه من قبل

ش.ذ.ع.ف فى معظم أنظمة الجل المتكونة فيما عدا حالة إستخدام بكتين منخفض الميثوكسيل والكاراجينان معا. واستخدم ربط الماء كدليل للتنبؤ باندعام الجل والبسطية spreadability والقص shear ولكن كان هناك تآزر/تعاضد synergy بين الكاراجينان والبكتين أو الألجينات والبكتين مما زاد من الماء المرتبط إذا قورن بكل صمغ على إنفراد.

وفى أحدى الدراسات وجد أن ثبات الأسبارتام aspartame عند إستخدامه فى مادة بسط من الفاكهة fruit spread استمر حوالى ١٧٠ يوما على ٢٥°م وقد توقف مقدار الثبات على رقم جيد وأن تفاعل مايارد Maillard reaction لم يؤد إلى فقد الإسبارتام على ٢٥°م إذ لايحدث هذا الفقد الا على درجات حرارة أعلا من ذلك.

وتتأثر كل من قوة الجل ودرجة حرارة تكونه فى حالتى البكتين منخفض الميثوكسيل وكذلك البكتين الأميدى بنوع السكر المستخدم فالجل الذى يتكون مع ش.ذ.ع.ف يكون أقل قوة جوهريا عند كل مستويات الكالسيوم عن تلك المحضرة بإستخدام السكروز ومع ذلك فإن إستخدام شراب ذرة ذى مكافىء دكستروز ٤٢ أو ٦٢ أعطى قوة جل أعلا من السكروز مع بكتين منخفض الميثوكسيل.

طريقة التحضير

الطريقة التقليدية لتحضير المحفوظات والجيلى/الهلام هى الحلة المفتوحة open kettle مع الغليان على دفعات. ويعمل الغليان على إزالة الماء الزائد وتحويل السكر جزئيا وتكوين النكهة والقوام وقتل الخمائر والفطر.

وفى تحضير الجيلى/الهلام تغلى الفاكهة لإستخلاص البكتين وقتل الإنزيمات المحلمنه له ويفصل العصير إما بالتصفية أو الضغط وتغلى كعكة الضغط مع كمية أخرى من الماء للحصول على كمية أخرى من البكتين. ويعوض عن نسبة البكتين المنخفضة بإضافة بكتين الذى يجب نشره مع السكر للحصول على توزيع موحد والسكر إما أن يكون سائلا أو جافا. وتجرى عملية غليان ثانية لتركيز العصير الى النقطة الحرجة لتكوين جل النظام المعين المستخدم من بكتين – سكر – الحمض. وإذا زاد الغليان ينتج تطاير للحمض volatilization وتكسر للبكتين وتفقد النكهة والقوام والتركيز تحت فراغ عند ٥٠ – ٦٠°م يعطى جيلى/هلام ذا جودة أعلا مما يحصل عليه من الغليان على الضغط الجوى (١٠٥°م).

ويحدد رقم جيد درجة حرارة العقد التى فى حالة الجيلى/الهلام عند رقم جيد ٣,٠ يمكن خفضها بمقدار ١٠°م تقريبا مع بكتين سريع العقد أو ٢٠°م مع بكتين بطىء العقد عن طريق خفض الحموضة إلى رقم جيد ٣,٢٥. ومع المحفوظات والمربيات تستخدم نفس الطريقة غير أن لب الفاكهة لايصفى ويفضل إستخدام بكتين سريع العقد لتعليق أكثر تساويا للفاكهة وتقليل الثفل settling out. ويتم تعبئة المنتجات فى الحالتين ساخنة عند حوالى ٨٥°م فى الأوعية التى تغلق sealed بعد ذلك. كما يمكن إستخدام برطمانات وأغطية كلاهما معقم وبعد التعبئة تقلب البرطمانات أو يستخدم

حمام مائى بدلا من الطريقة السابقة حيث توضع البرطمانات وتغلى من ٥ – ١٥ دقيقة تبعا لنوع الفاكهة وهذه الطريقة أحسن فى تقليل نمو الفطر على المحفوظات والجيلى/الهلام ويمكن التغطية بالبرافين أو غطاء معدنى ذو قطعتين وشريط حلزونى للقفل ويوصى بزيادة المعاملة كضمان إحتياطى.

وتستخدم الطريقة المستمرة مخلوطا سبق تحضيره premix وفى إحدى الطرق يستخدم مبخر ذى ألواح plate-evaporator مع الجيلى/الهلام. وفى طريقة أخرى يستخدم مبادل حرارى مع المحفوظات بسبب وجود قطع الفاكهة مع مراقبة المواد الصلبة الذائبة آليا. ودرجة حرارة التعبئة فى هذه الطرق يجب أن تكون من ٨٥ – ٩٥°م وهذا يضمن عقدا مناسبا وتوزيعا جيدا للفاكهة وناتجا معقما وتغسل البرطمانات وتسخن قبل الملء ومعدل الملء ١٠٠–٦٠٠ برطمان/دقيقة ثم تقفل مباشرة مما يولد فراغا. وإذا عبئت على ٨٥°م وقفلت مع تيار من البخار فإنها تكون معقمة فى معظم الأحيان إما إذا لم تقفل تحت بخار فإنه يلزم للعبوة المعقمة أن تمر فى وحدة تعقيم بخارى. ويمكن تبريد البرطمانات بطريقة مستمرة برذاذ ماء على ٦٠°م لمنع الكسر ثم يستخدم ماء على ٢٠°م فى النهاية. وتفحص البرطمانات لإستبعاد غير المرغوب منها مثل تلك التى تحتوى على مواد غريبة أو قطع فاكهة عائمة أو فقاعات ثم تروشم البرطمانات وتوضع فى صناديق أو صوان وتغلف بطريقة الإنكماش shrink-wrapped.

واستخدام محاليل البكتين التى تذوب أسهل من إستخدام مسحوق البكتين حيث يمكن إضافتها قبل أو بعد التركيز وتؤدى إضافتها بعد التركيز إلى معدل طبخ أسرع نظرا لأن اللزوجة تكون أقل أثناء التركيز. وفى تصنيع الجيلى/الهلام فإن أحسن النتائج يحصل عليها من إضافة محلول البكتين قبل تمام الطبخ وإضافة ١٥–٢٥٪ شراب سكر يقلل من التبلر نتيجة تحول السكر الذى ينتج عن إستخدام طبخ على درجة حرارة منخفضة تحت فراغ.

والمربيات ذات نسب السكر المنخفضة تتطلب طبخا أقل عن الجيلى/الهلام ويمكن معها إستخدام كميات أكبر من بكتين عالى الميثوكسيل لتحسين جودة الجل.

بعض الطرق الحديثة

توصل فى السويد إلى طريقة متعددة الحرارة multitherm process سريعة مع تسخين متساو على ١٥٠°م يتوصل إليها فى دقيقة واحدة. والمزعوم أن هذه الطريقة تحفظ الغذاء لمدة عدة أسابيع بدون كيماويات ومع طعم أكثر طزاجة.

وفى طريقة منزلية تستخدم الأفران ذات الموجات القصيرة microwave ovens يلزم إستخدام أوعية كبيرة لعمل المربى والجيلى/الهلام فتخلط الفاكهة والسكر وبعض الزبد وتترك لمدة نصف ساعة ويعمل الزبد على تقليل تكون الرغاوى frothing ويعامل المخلوط فى فرن الموجات القصيرة حتى يغلى مع التقليب الكثير ثم يستمر طبخه فى الفرن لمدة ١٠ – ١٣ دقيقة أخرى والمربى الناتجة بهذه

الطريقة تبقى فى حالة جيدة فى الثلاجة لعدة أشهر ويمكن أيضاً تعليبها زيادة فى الأمان.

وهناك مايسمى بمربى المُجَمد من غير طبخ no-cook freezer jam وهذه أسهل هذه الطرق حيث تخلط الفاكهة مع كمية مناسبة من السكر ولاتعتمد هذه التقنية على البكتين حيث لايسخن لإنتاج الربط عن طريق الجل gel bonding الذى يعطيه الطبخ على درجات حرارة عالية. ويضاف عصير الليمون lemon – إذا أضيف أى شىء – إلى البكتين ويقلب stirr فى مخلوط السكر–الفاكهة. ويوضع المخلوط فى أوعية معقمة وتغطى بغطاء معدنى ذى قطعتين ويحفظ على درجة حرارة الحجرة لمدة ٢٤ ساعة قبل وضعها فى المجمد وبعد الفتح يمكن حفظها فى الثلاجة لمدة ثلاثة أسابيع.

مَعَالِم الجودة quality parameters

من المهم مراقبة جودة الفاكهة لأنها تؤثر على النكهة والرائحة واللون لكل من المحفوظات والجيلى/الهلام فيراعى الآتى: (المحرر)

١– تتخذ الإحتياطات المناسبة لعدم تغير لون الفاكهة أو الخضر أثناء تحضيرها (مثل تكون اللون البنى browning) أنزيمياً أو غير إنزيمى بإستبعاد الهواء أو خفض رقم جـيد مثلاً.

٢– مظهر الفاكهة، درجة نضجها ومحتواها من المواد الصلبة حيث يجب أن تكون جميعاً عند أحسن ظروفها.

٣– يروق عصير الفاكهة جيداً لضمان جيلى/هلام رائق.

٤– تستخدم درجة بكتين مناسبة من ١٢٠ – ٢٠٠.

٥– طريقة تقدير السكر ومظهره يجب أن تكون مناسبة.

٦– قوة تنظيم buffering شراب الذرة والمواد الصلبة به ومظهره يجب ألا تقل عن المواصفات.

ويجب مراقبة التصنيع من حيث المظهر والنكهة واللون واللزوجة ورقم جـيد والمواد الصلبة. ويعطى مسحوق البكتين جلا أغمق وأغنى فى اللون وصلباً stiff بينما البكتين السائل والذى هو أقل تركيزاً يعطى جلاً أقل صلابة less stiff والبكتين ذو درجة الممثلة العالية يجب تهيئته لزيادة زمن عقده وللحصول على أقل درجة ممثلة. وهذا البكتين يتبع حركيات الترتيب الأول first-order kinetics (النظام الأول/الدرجة الأولى) فى ثباته.

وخواص الجيلى/الهلام تشابه حواص المربى فقط الجيلى/الهلام يكون رائقاً وبراقاً bright ولايحتوى قطعاً من الفاكهة ويحتفظ بشكله عند إزالته من القالب ويؤخذ بسهولة بواسطة الملعقة والجيلى/الهلام الصلب stiff يكون متماسكاً حتى أنه يحتفظ بشكل القالب.

وبعض المشاكل هى:

– **الجيلى/الهلام الغائم cloudy jelly**: وقد ينتج عن عدم ترويق العصير أو إستخدام فاكهة غير ناضجة أو صب الجيلى/الهلام ببطء فى الأوعية.

– **تغير اللون color changes**: إغمقاق اللون فى قمة البرطمان قد ينتج عن التخزين على درجة حرارة مرتفعة أو قفل غير محكم للغطاء.

- **بهتان اللون color fading**: في الفاكهة الحمراء يحدث البهتان إذا خزن الجيلي/الهلام في مكان دافيء كثير الضوء أو لمدة طويلة. وقد ينتج البهتان عن عدم تثبيط الأنزيمات التي تؤثر على اللون أثناء المعاملة أو رفع درجة الحرارة أثناءها لدرجة تؤدي إلى هدم اللون. كما تؤدي فقاقيع الهواء التي لم يتم التخلص منها إلى المساعدة على التغيرات التؤكسدية.

- **تكون بلورات crystal formation**: تؤدي زيادة السكر إلى عمل "بذور seeds" عند إستخدام بكتين عالي الميثوكسيل. وتأتي هذه الزيادة في السكر من الطبخ الزائد overcooking أو حمض قليل جداً أو حتى من الطبخ غير الكافي. فتتكون بلورات الطرطرات في جيلي/هلام العنب إذا سمح للعصير أن يبقى عدة ساعات قبل إستخدامه. كما أنه إذا كان سطح الزجاج الداخلي مخربشاً فقد يحدث "التبذر" تكوين البذور seeding.

- **فاكهة عائمة floating fruit**: وقد ينتج هذا إما عن عدم الطبخ الكافي أو عدم التركيز الكافي الذي ينتج عنه لزوجة للجل لاتسمح بتوزيع متساو للفاكهة. كما أن هذا قد ينتج عن عدم تقطع الفاكهة تقطيعاً مناسباً أو أن تكون الفاكهة غير كافية النضج.

- **جيلي/هلام صمغي gummy jelly**: قد ينتج هذا الهلام/الجيلي من الطبخ الزائد وتكون السكر المحول invert sugar.

- **نمو الفطر mold growth**: وقد ينتج هذا عن برطمانات غير مقفولة جيداً مع التلوث من الهواء إذا لم تستخدم الكمية الكافية من السكر. ونشاط الماء الناتج يجعل بيئة الجيلي/الهلام مناسبة للتلوث من البرطمانات إذا لم يكن البرطمان قد عقم جيداً أو أن المعاملة لم تكن كافية. وقد لاتظهر روائح غير مرغوبة أو رائحة تخمر ولكن ظهور الفطر يسبق غالباً تأثر الطعم.

- **الجيلي/الهلام الباكي weeping jelly**: وهذا معناه حصول إندغام الجل synersis ويتجنب ذلك بعدم الطبخ الزائد وعدم التخزين في جو دافيء وإستخدام الكميات المناسبة من البكتين أو الحمض.

- **جيلي/هلام صلب أو جَشِب stiff or tough jelly**: وينتج عن الطبخ الزائد أو إضافة بكتين أكثر من اللازم.

- **عدم تكوين الجل jelly failure**: وينتج عن عدم إستخدام التوازن المناسب للمكونات إذ أن عدم وزن أو قياس حجم المكونات بدقة أو عدم الطبخ بدرجة كافية أو الطبخ الزائد أو زيادة المكونات increasing the recipe يمنع البكتين من تكوين شبكته network.

وقد وجد أن خفض مدة الغليان يحسن من عبير ونكهة محفوظات الفاكهة fruit preserves. كما يمكن حماية النكهة واللون أثناء التخزين بإستخدام التعبئة المناسبة وطرق التخزين المناسبة

التي تـؤدى إلى إستبعاد الضـوء والأكسـجين مـع التخزين على ١٥°م.

والأسماء: (Stobart)
بالفرنسية confiture وبالألمانية Marmelade ، وبالايطالية Eingemachte ، mermellata وبالأسبانية conservo di frutta mermelada
أنظر: بكتين ، صموغ.

الجيلى القند/ الهلام القند jellies

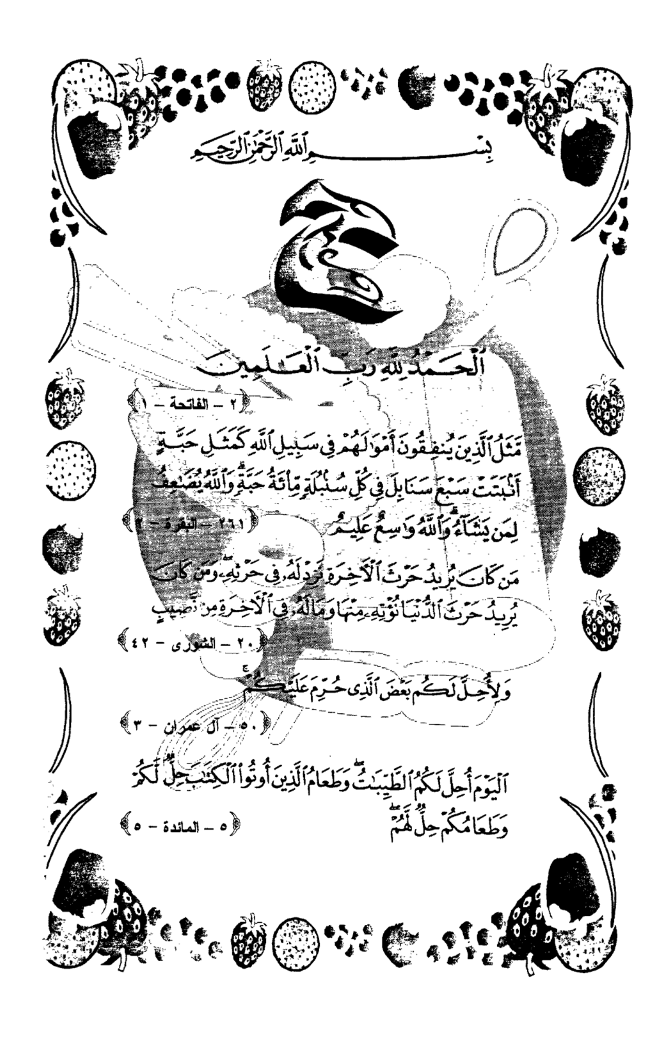
(McGraw-Hill Enc.)

هذا القند/الحلوى confections به نسبة عالية من الرطوبة ولذا فهو مطاط elastic وطرى وعمره على الرف قصير. ومن أمثلته شريحة البرتقال وهى عبارة عن جل النشا محلى بالسكر وشراب الذرة وتبلغ نسبة الرطوبة بها ١٨ – ٢٠٪. ويمكن أن يكون من ٣٣٪ سكر سنترفيش granulated، ٤٩٪ شراب ذرة (٦٤ مكافىء دكستروز DE)، ٣,٣٪ نشا رفيع يغلى، ٤,٩ نشا عالى الأميلوز، ٩,٨٪ ماء. وكانت طريقة الحلة المفتوحة (غير المغطاة) هى المستخدمة قديما ولكن الآن تستخدم طريقة مستمرة عبارة عن خلط المكونات أولاً ثم تسخينها مبدئيا إلى ٩٣°م ثم إمرارها فى جهاز الطبخ ذى النفث jet cooker على درجة حرارة ١٦٨°م لإتمام تجلتن النشا starch gelatinization ويخرج الناتج المطبوخ إلى خلاط حيث يضاف اللون والنكهة إذا لم تضاف بمقادير مستمرة فى سائل جهاز الطبخ ذى النفث jet cooker effluent. وتشكل القطع بوضع العجينة فى قوالب أو كما كان يصنع قديما ببسط الجيلى القند على منضدة التبريد ثم تقطيعه بعد أن يعقد النشا. وعادة تغطى (ترمل) sand القطع بسكر خشن لخفض ميل القطع للإلتصاق مع بعضها.

ويمكن إستخدام البكتين والآجار والجيلاتين أيضا مع المحليات ومكونات أخرى لعمل الجيلى القند confectionary jellies وفى هذه الحالة يحصل على قوام مختلف. فالجيلاتين يعطى جشابة toughness والآجار يعطى قواما قصيرا short texture والبكتين يعطى جيلى قند ناعما طريا soft tender بينما النشا يعطى نتائج مختلفة. ومما يساعد على ذلك أن هناك عدة أنواع محورة modified من النشا.

ويجب نقع الجيلاتين فى الماء قبل إستخدامه ويضاف إلى المحليات بعد الطبخ والتبريد لأن غليانه يؤدى إلى إنخفاض خواص (تكوين) الجل. والآجار أو الصمغ العربى تتشتت dispersed فى الماء وتضاف المحليات ثم تطبخ إلى الدرجة المطلوبة من المواد الصلبة وإذا أستخدم حمض معها فلايضاف إلا بعد الطبخ حتى لاينهدم الآجار. وعادة كمية الحمض تتراوح مابين ١-٢٪ وتبلغ نسبة البكتين مابين ١,٥ – ٤٪ ليكون الجل مع السكر وحمض الفاكهة. ويجلتن النش عادة فى ماء يغلى وتكون نسبة المحلى حوالى ٥٠٪ وزيادة نسبة السكريات عن ذلك تمنع النشا من التجلتن الكامل وطبخ النشا تحت ضغط يسمح بتقليل الماء ويوفر فى الزمن والمكان space والطاقة ونسبة النشا تتراوح مابين ٧ – ١٤٪. (Hui)

أنظر: قند، نشا، بكتين، تغيرات اللون.



بِسۡمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحۡمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

ٱلۡحَمۡدُ لِلَّهِ رَبِّ ٱلۡعَٰلَمِينَ

﴿٢ – الفاتحة – ١﴾

مَّثَلُ ٱلَّذِينَ يُنفِقُونَ أَمۡوَٰلَهُمۡ فِي سَبِيلِ ٱللَّهِ كَمَثَلِ حَبَّةٍ أَنۢبَتَتۡ سَبۡعَ سَنَابِلَ فِي كُلِّ سُنۢبُلَةٖ مِّاْئَةُ حَبَّةٖۗ وَٱللَّهُ يُضَٰعِفُ لِمَن يَشَآءُۚ وَٱللَّهُ وَٰسِعٌ عَلِيمٌ

﴿٢٦١ – البقرة – ٢﴾

مَن كَانَ يُرِيدُ حَرۡثَ ٱلۡأٓخِرَةِ نَزِدۡ لَهُۥ فِي حَرۡثِهِۦۖ وَمَن كَانَ يُرِيدُ حَرۡثَ ٱلدُّنۡيَا نُؤۡتِهِۦ مِنۡهَا وَمَا لَهُۥ فِي ٱلۡأٓخِرَةِ مِن نَّصِيبٍ

﴿٢٠ – الشورى – ٤٢﴾

وَلِأُحِلَّ لَكُم بَعۡضَ ٱلَّذِي حُرِّمَ عَلَيۡكُمۡۚ

﴿٥٠ – آل عمران – ٣﴾

ٱلۡيَوۡمَ أُحِلَّ لَكُمُ ٱلطَّيِّبَٰتُۖ وَطَعَامُ ٱلَّذِينَ أُوتُواْ ٱلۡكِتَٰبَ حِلّٞ لَّكُمۡ وَطَعَامُكُمۡ حِلّٞ لَّهُمۡۖ

﴿٥ – المائدة – ٥﴾

حَبٌّ

أ- بكتريا أو كائنات حية دقيقة

محب للبرودة cold loving/psychrophilic

أنظر: بكتيريا

محب للحرارة thermophile/thermophilic

أنظر: بكتيريا

محب لدرجات الحرارة المتوسطة mesophilic

أنظر: بكتيريا

غير محب للملوحة nonhalophiles

محب لملوحة بسيطة slight halophiles

على حدود المحب للملوحة بشدة

border line extreme halophiles

محب للملوحة بشدة extreme halophiles

أنظر: بكتيريا

ب- مذيب أو ماء (Hui)

محب للمذيب lyophilic

إصطلاح يصف وجود ميل affinity بين المذاب solute والمذيب solvent.

محب للماء hydrophilic

إصطلاح يصف وجود ميل بين المذاب والمذيب عندما يكون المذيب ماءًا أو محلولاً مائياً aqueous solution.

أنظر: كاره للمذيب lyophobic وكاره للماء hydrophobic

أنظر: بروتين ، كره الماء في بروتينات الأغذية.

حبه kernel

(Academic)

١- نبات: أ- الجزء من البذرة الذى يقع داخل غطاء البذرة seed coat.

ب- كل بذرة حبوب مثل الذرة.

ج- الجزء الطرى - عادة مأكلة - الداخلى لجوزة nut أو بذرة pit لثمرة fruit.

٢- طبيعية نووية: ذرة فقدت اليكتروناتها الخارجية أو اليكترونات التكافؤ.

٣- علم الحاسوب: مجموعة من البرامج فى نظام عمل تنفذ الوظائف الأساسية لتنظيم الذاكرة memory management والأمان security.

حبوب cereals/grains

(Hui)

تعطى الحبوب أعلا سعرات لكل فدان، وكذلك يمكن تخزينها بحالة جيدة لمدة طويلة كما أنه يمكن معاملتها لإنتاج منتجات عديدة مقبولة. والحبوب تصلح لعديد من أنواع التربة والظروف الجوية كما يمكن زراعتها على نطاق واسع وبذا يمكن إستخدام المكن فى عملياتها الزراعية، أو تزرع على نطاق ضيق وبذا يستخدم فى ذلك العمل اليدوى.

والحبوب أيضاً مصادر ممتازة للطاقة ومصادر جيدة غير غالية نسبياً للبروتين وبعض المعادن والفيتامينات. وتشغل محصولات الحبوب أكثر من ثلثى المساحة المنزرعة فى العالم. ومعظم البلاد النامية تعتمد فى غذائها على الحبوب وتوفر لها أكثر

من ثلثي غذائها، كما أنها توفر أكثر من نصف السعرات التي يستهلكها الانسان (بغرض الحصول على الطاقة). وكذلك تساهم الحبوب بدرجة كبيرة في إنتاج البروتينات الحيوانية في العلف.

الإنتاج العالمى للحبوب

يعطى الجدول (١) الإنتاج العالمى للحبوب.

جدول(١): الإنتاج العالمى للحبوب ١٩٨٧/١٩٨٨ (Hui)

نوع الحبوب		الإسم العلمى	الإنتاج بملايين الأطنان المترية
أرز	(rice)	*Oryza sativa* L.	٤٤٦
بر/قمح	(wheat)	*Triticum vulgare*	٥٠٥
ذرة	(corn)	*Zea mays* L.	٤٣٩
ذرة رفيعة	(sorghum)	*Sorghum bicolor*	٥٢
شعير	(barley)	*Hordeum vulgare* L.	١٨١
شوفان/خرطال/هرطمان	(oats)	*Avena sativa* L.	٤٣
شيلم/جودار	(rye)	*Secale cereals* L.	٣٤

تركيب وتكوين الحبوب

إن إستخدام الحبوب بكفاءة يستلزم الإلمام بتركيبها وتكوينها بل إن هذا يؤثر على إنتاج الحبوب وحصادها وتخزينها وتسويقها وإستهلاكها.

التركيب

حبة الحبوب ثمرة ذات بذرة واحدة تسمى برة (حبة) caryopsis حيث يلتصق غطاء الثمرة بالبذرة وأثناء نضج الثمرة فإن غلاف الثمرة (الجدار) يصبح متصلا تماما firmly attached إلى جدار البذرة. والغلاف الثمرى وأغطية البذرة والنيوسيلة وخلايا الأليورون تكون النخالة (الردة) bran. وبينما يشغل الجنين جزءا صغيرا من البذرة فإن السويداء endosperm يشغل الجزء الأكبر من البذرة مكونا إحتياطى الغذاء.

وفى الفصيلة/العائلة النجيلية فإن الأغلفة الزهرية floral envelopes (الأوراق المحورة) والتى تعرف بإسم القنابة السفلية lemma والحرشفية الزهرية palea أو أجزاء العصافة/القش chaffy parts تحتوى البرة والتى تتطور داخلها إلى البلوغ maturity. فإذا كانت أجزاء العصافة تغطى البرة بدرجة كبيرة closely envelop بحيث تبقى متصلة بها عندما يتم الدراس threshing - كما فى حالة الأرز ومعظم أصناف الشوفان والشعير - فإن الحبة grain تعتبر مغطاه covered. ولكن إذا كان إنفصال البرة من الأغلفة الزهرية أثناء الدارس

فيقال عن هذه الحبوب عارية naked كما فى حالات الأقماح العامة common wheats والشيلم والشعير غير ذى القشرة hull-less barley والأصناف العامة common للذرة corn.

ويعطى الجدول (٢) حجم الحبة التقريبى وتركيب الحبة البالغة لبعض الحبوب.

جدول(٢): الحجم التقريبى والكثافة الحجمية وتركيب الحبة البالغة mature لبعض الحبوب. (Hui)

النوع	كتلة الحبه (مجم)	الكثافة الحجمية (كجم/م³)	٪				
			اليورون	جنين	سويداء	غلاف الثمرة	القصعة scutellum
أرز (شعير)	٢٧ – ٢٣ (٢٦)	٦٠٠ – ٥٧٥	٦ – ٤	٣ – ٢	٩٤ – ٨٩	١,٥	١,٥
بر/قمح الخبز	٤٥ – ٣٠ (٤٠)	٨٢٥ – ٧٩٠	٧,٠ – ٦,٧	١,٢	٨٤ – ٨١	٧,٩	١,٥٤
بر/قمح الصلد	٤٦ – ٣٤ (٤١)			والقصعة ١,٦	والاليورون ٨٦,٤	١٢,٠	
تريتيكال	٥٣ – ٣٨ (٤٨)			والقصعة ٣,٧	والاليورون ٨١,٩	١٤,٤	
ذرة	٦٠٠ – ١٥٠ (٣٥٠)	٧٤٥		١,١٥	٨٢,٠	والاليورون ٥,٥	٧,٢٥
ذرة رفيعة	٥٠ – ٨ (٣٠)	١٣٦٠		والقصعة ١٢,١ – ٧,٨	٨٥ – ٨٠	والاليورون ٩,٣ – ٧,٣	
شعير	٤٥ – ٣٦ (٤١)	٦٦٠ – ٥٨٠		١,٨٥	والاليورون ٧٩,٠	١٨,٣	١,٥٣
شوفان	٢٣ – ١٥ (١٨)	٥٢٠ – ٣٥٦		١,٦	٦٨,٣ – ٥٥,٨	والاليورون ٤١,٤ – ٢٨,٧	٢,١٣
شيلم	٤٠ – ١٥ (٣٠)	٦٩٥		١,٨	والاليورون ٨٥,١	١٢,٠	١,٧٣

الأرقام بين الأقواس متوسطات.

ويعطى الجدول (٣) متوسط تكوين بعض الحبوب. (Hui)

المكون	أرز بنى	بر/قمح صغير أحمر شتاء	تريتيكال	دخن مقشور	ذرة حقل	ذرة رفيعة	شعير محبب	شوفان جريش	شيلم
ماء ٪	١٠,٤	١٣,١	١٠,٥	٨,٣	١٠,٤	٩,٢	١٠,١	٨.٨	١١,٠
سعرات/١٠٠جم	٣٧٠	٣٢٧	٣٣٦	٣٧٨	٣٦٥	٣٣٩	٣٥٢	٣٨٤	٣٣٥
بروتين ٪	٧,٩	١٢,٦	١٣,٠	١١,٠	٩,٤	١١,٣	٩,٩	١٦,٠	١٤,٨
دهن ٪	٢,٩	١,٥	٢,١	٤,٢	٤,٧	٣,٣	١,٢	٦,٣	٢,٥
نشا ٪	٦٩,٢	٥٥,٧	٥٧,٥	٧٣,١	٦٥,٠	٦٥,١	٥٧,٥	٥٠,٣	٥٧,١
ألياف خام ٪	١,٣	٢,٣	٢,٦	١,٠	٢,٩	٢,٤	٠,٧	١,١	١.٥
ألياف غذائية ٪	٣,٥	١٢,٣	١٨,٣	٨.٥	٨,٥	–	١٥,٦	١٠,٣	١٤,٣
رماد ٪	١,٥	١,٦	٢,٢	٣,٢	١.٢	١,٦	١,١	١.٩	٢,٠

أنظر: كل محصول على حده (أرز ، بر/قمح ، ...)

ويلاحظ أن أهم مكـون هـو النشـا وأن المكونـات الأخـرى التـى تظـهر فـى الجـدول وكذلـك الفيتامينات والمعادن والأحماض الأمينيـة والدهنية تختلف فى نسبها فى الحبوب المختلفـة. كمـا أن بروتينات الحبوب تتأثر من حيـث المحتـوى – أو النسبة – وكذلك القيمة الغذائية بالعوامل الوراثية للبذور وأيضا ظروف الزراعة والحصاد.

فارينا farina

تبعا للوائح الفيدرالية فى الولايـات المتحـــــدة لعـــــام ١٩٨٨م U.S. Code of Federal Regulations 1988 فإن الفارينا farina هى: الغذاء المحضر بطحن grinding وغربلة bolting القمح المنظـف غير الصلـد durum وغير الصلـد الأحمر red durum إلى نعومة بحيث عند إختباره بالطرق المذكـورة فـى الفقـرة (ب)-(٢) مـن هـذا القسم يمر خلال منخل رقم ٢٠ sieve no. 20 ولكن لايمر أكثر من ٣٪ منه خلال منخل رقم ١٠٠. وهـو خـال مـن غطـاء الـردة bran coat أو غطـاء الـردة والجنين إلى مدى أن تزيـد النسـبة المئويـة للرمـاد بـه – علـى أسـاس خـال مـن الرطوبـة – عـن ٠,٦٪ – ولاتزيد نسبة الرطوبة عن ١٥٪.
(Fast & Caldwell)

حبوب الإفطار breakfast cereals

(Tribelhorn)

حبـوب الإفطـار يمكـن أن تقسـم إلى أنـواع تبعـا لإستعمالها أو خواصها الطبيعية إلى:

١ – حبـوب تقليديـة تتطلـب طبخـا traditional cereals that require cooking وتسـوق كحبوب خـام ومن أمثلتها حبوب القمح والشوفان التى تستهلك ساخنة.

٢- حبوب تقليدية فورية ساخنة instant وتسوق كحبوب traditional hot cereals مطبوخة تحتاج فقط إلى اضافة ماء يغلى لتحضيرها ومن أمثلتها أيضا حبوب القمح والشوفان.

٣- حبوب جاهزة للأكل ready-to-eat cereals وهذه مجموعة من الحبوب مصنعة من منتجات حبوب سبق طبخها وحورب بحيث يمكن أن تقسم إلى رقائق flaked منتفخة puffed أو خيطية shredded.

٤- مخاليط حبوب جاهزة للأكل ready-to-eat cereal mixes وهذه حبوب مخلوطة مع حبوب أخرى أو بقول أو بذور ريتية أو منتجات فاكهة مجففة ومن أمثلتها مخاليط حبوب جرانولا.

٥- منتجات حبوب مختلفة miscellaneous cereal products وهذه تجمع منتجات حبوب لاتدخل فى أى من الأنواع السابقة بسبب طريقة متخصصة أو إستعمال معين. ومنها شذرات الحبوب cereal nuggets وأغذية الأطفال من الحبوب.

المكونات والإضافات
ingredients and additives

معظم منتجات حبوب الأفطار تحتوى كميات كبيرة من الحبوب وقليل من المواد المضافة وتستخدم المواد المضافة لتحسين القوام أو تغيير الخواص الوظيفية للمنتج النهائى. وأحياناً تكون منتجات الحبوب الغذاء الوحيد فى الأفطار فإنه يتم إضافة فيتاميسات ومعادن إليها لتحسين قيمتها الغذائية وتسمى تلك الإضافة على أساس نسب معينة من الاحتياج اليومى للبالغين

٢،١- الحبوب التى تحتاج إلى طبخ
cereals requiring cooking

أ- منتجات أساسها القمح
wheat-based products

تصنع منتجات الحبوب التى أساسها القمح من جريش طحين القمح بالنخالة middlings يحصل عليه من عملية الطحن ومعظمها أحزاء من السويداء خالية من الردة والجنين. وأكثرها تقبلا لها أحجام الجسيمات الأصغر الآتية minimum particle size:

خلال رقم أمريكى ٢٠ - ١٠٠٪
through U.S. # 20-100%

خلال رقم أمريكى ٤٥ - <١٠٪
through U.S. # 45-<10%

خلال رقم أمريكى ١٠٠ - < ٣٪
through U.S # 100-<3%

وتحضر الحبوب "سريعة الطبخ quick cook" بتعريض جسيمات الحبوب للبخار على درجات حرارة مرتفعة وتحت ضغط ويعقبها تجفيق وهذا يؤدى إلى خفض وقت التحضير إلى الثلث من وقت تحضير الحبوب الخام. ويتأثر كل من مدى الجلتنة وشعور الفم mouth feel بحجم الجسيم وكلما كان حجم الجسيم صغيراً كلما كان هناك مساحة سطح أكبر متاحة لإنتقال الحرارة وكلما كانت درجة حرارة الطبخ التى يمكن الوصول إليها أعلا

وقد وجد أنه يمكن عمل منتجات حبوب أساسها (الجريش بالنخالة) farina من القمح الصلب حيث لاتتعجن المنتجات النهائية وإن كان يحتاج إلى مدد أطول لطبخ جيد ولجلتنة النشا في القمح.

وقد وجد أن إضافة فسفات ثنائي الصوديوم يقلل من وقت الإعداد لطبخ حبوب القمح حيث تغير رقم جيد للمخلوط وتساعد على حلمأة النشا خلال التسخين. كذلك فان نقع الفارينا farina في محلول من ايدروكسيد الصوديوم وملح أمونيوم خلال التصنيع يقلل من الوقت اللازم لطبخ منتجات القمح.

كذلك إستخدام الصموغ يقلل من وقت الطبخ حيث يتكون سائل لزج يحيط بالجسيمات ويزيد من إنتقال الحرارة أثناء الطبخ ويضيف إلى قوام الحبوب المطبوخة وكذلك فإن المثخنات مثل الكاربوكسيميثيل سيليولوز خفض من مدة طبخ منتجات الحبوب وقوامها خاصة مع منتجات الحبوب الفورية .

وتستخدم مخاليط من كلوريد الصوديوم و/أو ثالث عديد الفسفات الصوديومي و/أو بيكربونات الصوديوم و/أو كربونات الصوديوم و/أو إيثيلين ثنائي الأمين رباعي الخليك رباعية الصوديوم tetrasodium EDTA والماء لخفض وقت طبخ منتجات الحبوب المصنعة من الحبوب الكاملة حيث يعتقد أنها تطرى الأنسجة على درجات حرارة وضغط أقل من طرق الطبخ بالبخار التقليدية كما تقلل من وقت الأعداد للطبخ في المنزل. وهي تزال بالغسل في نهاية العملية ثم تجفف.

كذلك إستخدمت الإنزيمات البروتيوليتية لتحضير منتج فوري من الفارينا farina حيث تعمل الأنزيمات على وصول المياه إلى حبيبات النشا في جسيمات جريش الطحين middlings وبذا يقل وقت إمتصاص الماء والجلتنة.

وتحضر هذه المنتجات مع نكهات الفاكهة أيضا بالإستعانة بالمثخنات thickners والفواكه المحفوظة preserves ولأن تصنيع متخصصة.

ب- منتجات أساسها الشوفان
oat-based products

تنظف حبوب الشوفان لإزالة المواد الغريبة ثم تحمص ممايؤدى إلى تطرية السويداء وجعل القشرة قصفة brittle مما يسمح بالتقشير وفصل الحبوب المقشورة groats عن القشور وتهرس الحبوب المقشورة بين أسطوانتين من الصلب لعمل رقائق التى تبرد وتخلط مع المضافات وتعبأ.

ويعمل الشوفان سريع الطبخ quick cook oats بطريقة مشابهة للطريقة السابقة إلا أن مكنة قطع cutter machine تقطع الحبوب المقشورة إلى ثلث أو نصف سماكة الحبة الكاملة قبل عمل الرقائق مما يعمل على تعريض سطح أكبر للماء والحرارة أثناء الإعداد في المنزل مما ينقص من وقت الإعداد حوالى ٥ دقائق من الـ ١٠ – ١٥ ق اللازمة لإعداد الشوفان المعد بالطريقة السابقة التقليدية.

وأحيانا يضاف نشا مجلتن او صموغ أو محلمب حبوب لتحسين قوام حبوب الشوفان. حيث تعمل الصموغ وكذلك المحلماً على زيادة سماكة الناتج فتعطيه قوماً كريمياً ناعما.

وقد أستخدمت الأجزاء البروتينية لحبوب الشوفان المقشورة لتحضير حبوب شوفان سريعة الطبخ بإضافتها بنسبة من ٣,٥ – ٥,٥٪ بالوزن والخليط لايحتاج لإعداده إلى أكثر من إضافة ماء يغلي.

وقد تميل حبوب الشوفان إلى تكوين تلازج سميك وزيادة في العجينية pastiness بالتسخين الطويل خاصة في أماكن خدمة المجموعات كالمطاعم ولكن إضافة لبن أو كريمة أو جليسريدات أحادية يؤدي إلى تقليل ظاهرة الإلتصاقية في منتجات الشوفان المميهة hydrated.

٣- حبوب جاهزة للأكل

ready-to-eat (RTE) cereal products

هذا القسم يحتوى معظم منتجات الحبوب لإحتياجها لأقل وقت للإعداد وهي تصنع على شكل رقائق flakes أو خيوط shreds أو ذات أشكال مختلفة.

أ- حبوب جاهزة الأكل (ح.ج.أ) على هيئة رقائق RTE cereal grains-flakes

الرقائق كانت أول أشكال الحبوب الجاهزة الأكل لأن طرق تصنيعها بسيطة والناتج جيد الطبخ ذو نكهة مقبولة.

وتبتدىء الطريقة التقليدية بتنظيف الحبوب ثم التقشير والطحن لكسر الحبة الكاملة إلى أجزاء من ٣/١ – ٢/١ حجم الحبة الأصلية ثم تخلط هذه الأجزاء مع المكونات الأخرى وتعامل بالبخار لمده ساعتين أو أطول تحت الضغط ثم تقسم الكتلة المعاملة بالبخار إلى أجزاء صغيرة وتجفف ثم تهيىء tempered لمدة ٢٤ ساعة أو تعمل كرقائق مباشرة بواسطة أسطوانات من صلب ثم تجفف الرقائق الناتجة وتحمص على درجة حرارة مرتفعة لإعطائها نكهة ولون مناسبين.

وفي تحسين على هذه الطريقة أستبدلت خطوة الطبخ بالبخار بالمعاملة بالبثق extrusion processing الذى يعمل بجانب الطبخ على إمكان تكوين قريصات متماثلة ومنها رقائق يمكن أن تحتوى مكوناً واحداً أو أكثر.

ورقائق الحبوب تصنع غالباً من الذرة أو القمح. ومكوناتها يمكن أن تكون ٩٠٪ حبوب + ٨٪ سكر + ١٪ ملح + ١٪ نتيشه. وربما يدخل فيها مكونات أخرى كفول الصويا.

ومع الشوفان تراوحت المكونات كالآتي: دقيق شوفان ٦٠–٧٠٪، دقيق أرز ٧–١٢٪، دقيق صويا ٥–١٠٪، ليسيثين ٠,٥–٠,١٥٪، ملح ٢–٤٪ وكازين ١,٥ – ٣,٥٪. وبالباثق يمكن عمل رقائق شوفان مقاديرها ٥٧٪ دقيق شوفان، ٣٣٪ ماء، ١٠٪ سكر.

ووجود السكر والنتيشة يساعد على حصول تفاعل مايارد Maillard مما يضيف إلى لون ونكهة الرقائق.

ولتقليل إمتصاص السائل عند إضافة اللبن إقترح إستخدام مضاف أساسه السيليكون.

ومع فول الصويا قد يستخدم إنزيم البابين أو بيكربونات الصوديوم لتحسين الطريقة وتقليل النكهات غير المرغوبة.

ب- حبوب جاهزة للأكل (ح.ج.أ) منتفخة
RTE cereal grains-puffed products

يمكن تحوير النشا فى الحبوب بسهولة عن طريق ضغط ماء فى جزيئات النشا بضغوط عالية وتحت درجات حرارة مرتفعة وبإزالة الضغط والماء بسرعة ينتج تكسير rupture فى حبيبات النشا مسبباً إنتاج تكوين خلوى له قوام رقيق وقَصِف brittle ومتماثل.

ويمكن إنتاج هذه الحبوب بإستخدام غرف (مسدسات) النفخ puffing guns أو بالبثق extrusion الذى يسمح بالتشكيل أيضاً وبعد التشكيل تجفف المنتجات وتغطى coated. ويمكن إستخدام أكثر من باثق بحيث يكون أحدهما الجزء الخارجى ويملأ الآخر الداخلى بمالىء طرى أو بمنتجات حبوب ملونة وبأشكال مختلفة. ويمكن إجراء التجفيف بمجفف ذى طبقة مسيلة fluidized-bed drier أو بفرن ذى موجات قصيرة microwave oven.

وإضافة أجزاء معينة من النشا يعمل على تحسين تمدد أجزاء الحبوب إذ يجعلها أكثر رقة وتماثلاً فى القوام والمظهر وهو يستخدم بنسب من ٥ – ٥٠٪ تبعاً لنوع النشا أما السكر فبجانب عمله فى النكهة فهو يسمح بدرجة معينة من ضبط التمدد.

جـ- حبوب جاهزة للأكل (ح.ج.أ) خيطية
RTE cereal grains shredded

منتجات حبوب الأفطار الخيطية تصنع من حبوب كاملة أساساً القمح ولكن أيضاً الأرز والذرة وبعضها ذو مركز (وسط) طرى من حلويات منكهة بالفواكه. ولعمل هذه المنتجات تنظف الحبوب وتغلى فى الماء حتى نطرى وتترك عده ساعات لتتوازن فى خطوة تعرف بالتهيئة tempering ثم تمرر بين أسطوانتين أحداهما ناعمة smooth والأخرى متعرجة لتكون (خيوط) strands صغيرة وهذه تقطع عند خروجها من الأسطوانات بحجم القضمة bite-size وبشكل مخدة pillow ثم تجفف أو تخبز وقد تغطى coated قبل التعبئة.

وبالبثق أمكن إنتاج منتجات خيطية من الذرة الصوانية والأرز. والطريقة تسمح بإدخال منتجات حبوب أخرى أو مكونات أو مضافات أخرى مثل الملح أو السكر.

د- منتجات حبوب مختلفة
miscellaneous cereal products

١- جرانولا أو مخاليط granola

الجرانولات granolas تتركب من عدة حبوب ومضافات clustered (معنقدة) مع بعضها. ومنها مايستخدم الرقائق من شوفان أو شعير أو غيرها وبخلطها مع منتجات غير حبوب مثل النقل (مكسرات) وزيت وجوز الهند والماء وتوابل ثم تجفف المخاليط وتحمص وتكسر إلى أجزاء للإستهلاك.

٢- حبيبات الحبوب cereal granules

تصنع هذه المنتجات بطريقة فريدة حيث يعمل عجين يابس stiff (متماسك) من دقيق الحبوب مثل القمح أو الشعير مع ملح وخميرة جافة وماء. ويترك العجين تحت ظروف مضبوطة لمدة عدة ساعات ثم يشكل على هيئة أرغفة ثم ينقل إلى فرن درجة حرارته ٤٠٠°ف. ويخبز لمدة ساعتين

ثم تبرد الأرفف ثم تكسر إلى أجزاء وهذه تعاد إلى فرن على ٢٥٠°ف لمدة ساعتين أخرتين وبعدها تكسر إلى حبيبات صغيرة.

٣- حبوب أغذية الأطفال

baby food cereals

هذه الأغذية تستعمل بجانب الرضاعة الطبيعية أو للفطام. ومعظمها معلب وبعضها هو من نوع الحبوب الجاهزة للأكل. وعادة تصنع من الأرز أو الشعير وأحيانا من القمح. وهي تصنع بتقشير الحبوب ويزال الجنين منها ثم تطبخ في ماء ثم تجفف على أسطوانات لعمل رقائق. وأستخدم البثق في إنتاج رقائق حبوب عالية في البروتين لغذاء الأطفال. وأحيانا يضاف مضافات أو مواد حافظة.

مغطيات حبوب الأفطار

coatings for breakfast cereals

رقائق الحبوب والمنتجات المنتفخة puffed تعوزها النكهة التي تتطاير أثناء المعاملة بالحرارة العالية في تصنيعها. والمغطيات تحتوي عادة على سكر. ونظرا لطبيعة هذه المنتجات المسترطبة hygroscopic فإن إضافة المغطيات التي تعطي النكهة صعب فالسكر يحتاج إلى ماء ليذوب وهذا الماء تمتصه هذه المنتجات بسرعة مما ينتج عنه أجزاء تميل للإلتصاق sticky من الصعب تجفيفها وربما إلتصقت ببعضها البعض ولذا تقلل كمية المياه أو تستخدم طرق للتغطية أخرى.

ومن المغطيات المقبولة ما يحصل عليه بتسخين السكر مع الماء إلى حالة قند (حلوى) صلب hard candy ثم ترش على منتجات الحبوب تحت ضغط ثابت ليحتفظ بأجزاء الحبوب مسيلة fluidized والمادة المغطاه enrobed تسخن للحم السكر مع منتج الحبوب.

وطريقة أخرى يغزل فيها السكر spun إلى بطانية توضع عليها أجزاء الحبوب المصنعة ثم تغطى ببطانية أخرى ويضغط السكر المغزول حول هذه الأجزاء ويجفف. ويقال أن التغطية تذوب في اللبن عند إضافته.

ومعظم مغطيات الحبوب تستخدم السكروز ولكن يمكن أيضا إستخدام مايأتي: سكروز ١٠-٧٠٪ جلوكوز ١٠-٣٠٪، سكر محول ٥ - ٢٥٪ وماء ١٥ - ٤٥٪ وهذه المواد الأخرى (غير السكروز وشراب السكر) تقلل من الإلتصاق وتعطي المظهر المعتم للسكر المتبلر. وعسل النحل يستخدم كثيرا ليحسن النكهة ولإعطاء طبقة تغطية شفافة.

وقد يستخدم حمض الخليك مع خلات الصوديوم لتحسين النكهة. وقد تستعمل المستحلبات emulsifiers لتكوين مستحلبات من الزيت والماء والسكر للتغلب على إستعمال الماء كمذيب إذ تقلل من كمية الماء التي تتخلل جزء الحبوب وتقلل من وقت التجفيف.

وربما أستخدمت مواد مسمكة (متخنة) thickening agents لتغيير تلازج المغطيات وذلك مثل الميثيلسيليولوز وصمغ الألجينات والدكسترين والنشا المجلتن وغيرها من الغرويات المحبة للماء hydrophilic.

ولتقليل تأثير السكر على تسوس الأسنان فقد تضاف فسفات ثنائية الأيدروجين أحادية الصوديوم.

توصى الهيئات الغذائية بإنقاص تناول الدهن والكوليسترول وزيادة مقدار مايتناول من سعرات على هيئة كربوايدرات معقدة complex. وحبوب الأفطار طريقة جيدة لتحقيق ذلك.

تقوية حبوب الأفطار fortification: معظم حبوب الأفطار من نوع الحبوب الجاهزة للأكل يتم تقويتها بالفيتامينات والمعادن وتسترشد الصناعة بالعوامل الآتية في تحقيق ذلك:

١- أن يكون تناول المغذى أقل من المستوى المرغوب فى غذاء نسبة جوهرية من المستهلكين.

٢- أن الغذاء الذى يتم تقويته قد يستهلك بكميات تؤدى إلى مساهمة جوهرية فى غذاء المستهلكين الذى يحتاجونه.

٣- أن إضافة المغذى لايحتمل أن تؤدى إلى عدم توازن فى المغذيات الضرورية/الأساسية.

٤- أن المغذى المضاف ثابت تحت ظروف التخزين.

٥- أن يكون المغذى متاحاً فسيولوجياً من الغذاء.

٦- أن هناك ضمان معقول أنه لن يحدث تناول يصل إلى مستوى إحداث سمية.

ثبات حبوب الأفطار stability: يجب أن تبقى حبوب الأفطار ثابتة حتى مدة سنة واحدة عند تخزينه تحت ظروف معقولة من برودة وجفاف. وحبوب الأفطار الجاهزة للأكل يجب أن تبقى قَصِفة crisp وبدون أن يتكون فيها روائح غير مرغوبة كما أنها يجب أن تبقى قصفه فى اللبن لمدة ٣- ٥ ق على الأقل.

ثبات القوام texture stability: ان فقد القصافة crispness (أو الأجون staling) فى حبوب الأفطار الجاهزة للأكل يرتبط بأخذ رطوبة moisture pickup. فحبوب الأفطار الجاهزة للأكل الطازجة تحتوى على ٢ – ٣٪ رطوبة وتكون قصفة جداً ودليل قصافتها يأتى من نشاط الماء بها فالطازج منها يكون له نشاط ماء (نم) حوالى ٠,٢ فإذا زاد محتوى الرطوبة فإن نشاط الماء (نم) يزيد إلى قيمة حرجة – هى بالنسبة لمعظم الحبوب ٠,٤٥ – وبعد ذلك تصبح حبوب الإفطار آجنة وغير مقبولة.

وفى حالة حبوب الإفطار المحتوية على فواكه مثل النخالة مع الزبيب raisin bran فإن الزبيب الذى يحتوى على رطوبة قد تصل إلى ١٨٪ ربما أعطى جزءاً من هذه الرطوبة لحبوب الإفطار والتى بها ٢ –٣٪ رطوبة. فإذا لم يتم تعدى نم الحرج تبقى حبوب الإفطار قصفة ولكن قد يصبح الزبيب صلداً hard بدرجة غير مقبولة. وللإبقاء على الفواكه بحالة طرية soft مع الإحتفاظ بقصافة الحبوب يمكن ضبط إضافة الرطوبة إلى حبوب الأفطار لتعديل هجرة الرطوبة من الفاكهة ولكن هذا قد يؤدى إلى أن تفقد حبوب الأفطار قصافتها. ولكن تشريب الفواكه بواسطة مثبتات الرطوبة المأكلة مثل الجليسرول يمكن أن يحتفظ بالفواكه طرية فى نفس الوقت الذى يمنع فيه أجون حبوب الإفطار

كذلك فإن تغطية حبوب الإفطار الجاهزة للأكل بمواد كارهة للماء hydrophobic مثل الدهون والزيوت أو إدخال مكونات مثل ستيارات المغنيسيوم في مكوناتها formulation يمكن أن يطيل من عمر السلطانية bowl life (المدة الزمنية التي تبقى فيها حبوب الإفطار قصفة بعد إضافة اللبن مثلاً) لهذه الحبوب.

ثبات النكهة **flavor stability**: قد تتكون نكهات غير مرغوبة في حبوب الإفطار أثناء التخزين فالأحماض الدهنية غير المشبعة وكذلك الروابط الأخرى غير المشبعة التي توجد في بعض المركبات مثل الفيتامينات قد يحدث بها أكسدة ذاتية مما ينتج عنه تزنخ تأكسدي. كما قد تنتج النكهات غير المرغوبة من تحلمؤ الدهون أو الإرتداد reversion. ولأن الشوفان يحتوي على مستويات أعلا من الدهون (٧٪) عن بقية الحبوب فإن تعرضه للترنخ التأكسدي يكون أكبر. وتستخدم مضادات الأكسدة مثل أيدروكسي أنيسول البيوتيلي (أ.أ.ب BHA) وأيدروكسي توليوين البيوتيلي (أ.ت.ب BHT) بنسب مسموح بها حتى ٥٠ جزء في المليون. وعادة يضاف مضاد الأكسدة في المبطن الشمعي wax liner في علبة حبوب الإفطار. ولأن هذه المضادات الفينولية متطايرة على درجة حرارة الغرفة فإنها تنتشر من المبطن إلى المنتج وبهذا تحميه من الأكسدة.

ثبات المغذيات **nutrient stability**: تقوى حبوب الإفطار عادة بالفيتامينات والمعادن ولكن بعضها مثل فيتامينات أ، د، ج غير ثابتة أثناء معامله الحبوب ولذا فإن هذه التقوية تتم بعد المعاملة وقبل التعبئة مباشرة فإذا تم التخزين تحت ظروف مناسبة من درجات حرارة ورطوبة فإن هذه المغذيات تتم حمايتها.

تعبئة حبوب الأفطار
breakfast cereal packaging

أن أهم وظائف عبوة حبوب الإفطار الجاهزة للأكل هي: إحتواء containment، حفظ preservation، تحديد هوية identification، سلامة integrity. ومعظم عبوات حبوب الأفطار الجاهزة للأكل تتضمن ثلاثة مكونات: أولي primary (مبطن liner). ثانوي secondary (كرتونة تطوى folding carton) وثالث tertiary (حاوية شحن متعرجة corrugated shipping container).

العبوة الأولي **primary package**: ان الوظيفة الأولي للمبطن liner هي الحفظ preservation وفي أول الأمر إستخدم ورق سلفات مبيض ولكن غير مغطي ثم أستخدم ورق زجاجين مشمع waxed glassine paper لإعطاء حماية أكثر ثم أستخدمت أفلام لدائنية plastic films في منتصف السبعينات وهذه الأفلام المنبثقة ثنائيا coextruded films تعطي حماية أكثر للمنتج عن طريق موانع أحسن ضد الرطوبة والدهن grease كما أنها تقفل بسلامة seal integrity. وفي عام ١٩٨٥م تم إنتاج أفلام ذات موانع لها إتجاهات

ثنائيـــــة bidirectional barrier properties للإحتفاظ بعبير المنتج فى نفس الوقت الـذى تمنع التلوث من الخارج. ويمكـن أيضا إدخال مضادات أكسدة فينولية فى كل مـن الـورق المشـمع المبطـن أو أفلام اللدائن لتقليل التزنخ التأكسدى لأقل قدر ممكن والتى ربما أكسبت المنتجات نكـهات غـير مرغوبـة . وكذلـك يمكـن إضافـة ثـانى أكسـيد التيتانيوم إلى أفلام اللدائن لإكساب درجات مـن العتامة opacity حيث لايرغب فى الشفافية.

العبوة الثانيـــة secondary package: إن الوظائف الأساسية للكرتونـة التى تطـوى folding carton هـى إحتـواء containment المبطـن liner والإعــلام communication (بيانيـــة graphics) وهذه تصنع عادة من ألياف ورق يصلح ليعاد إستعماله من عدة طبقات ويتم الطبع عليها.

العبـوة الثالثـــة tertiary package: وهـذه للمحافظة على عبـوة التجزئة retail package وهى عادة صندوق متعرج ويراعـى فيـها ألا تنـهار أثناء المناولة والتخزين.

تعبئة الحبوب فى الخط
cereal packaging line

تحل طريقة الكيـس فـى الصنـدوق (ك.ص BNB) bag-in the-box محل خطوط تعبئة العبـــوة المبطنة المزدوجة. وطريقة الكيس فى الصنـدوق (ك.ص) تسـتخدم تشـكيل-مـلء-قفـل رأسـى للأكياس vertical form-fill-seal bagger مع مكن الكرتونات الأفقية horizontal cartons. فالمنتج يوضع فـى الكيـس (المبطـن liner) أثنـاء تكوين الكيـس ويقفـل sealed قبـل الوضـع فـى الكرتونة. وهذا المكـن الجديـد أكثر كفـاءة ومرونة فيعمل هذا المكن مع عدد أكبر من مـواد التبطـين مع إعطاء مبطن حبوب أكثر جودة.

أكلات خفيفة أساسها الحبوب
cereal-based snack foods

معظم الأكلات الخفيفة منخفضة الكثافة low in density ومكلفة فى النقل لمسافات طويلة وكذلك فإنها هشة نسبيا ولها عمر على الرف قصير مما يجعل إنتاجها محليا له مزايا. (Maga)

البسكويتات الحلوة والمالحة
cookies & crackers

هذه أكثر الأكلات الخفيفة إنتشارا ومعظم عجينـة البسكويتات الحلـوة لاتخمـر ولكـن تخلـط وتشـكل وتخبز. وبالعكس معظـم عجينـة البسـكويتات المالحـة تخمر ثم تشكل وتخبز.
والبسكويتات الحلوة الطرية soft cookies قدمـت سنة ١٩٨٣ لتشابه البسكويتات المخبوزة فـى المـنزل وتنتـج بإسـتخدام مصـادر سـكر مختلفـة فـالجزء الخارجى يستخدم سكر مبلـر فـى حـين يسـتخدم الفركتـوز السائل أو أى سكر سائل آخر فى الجـزء الداخلى مما يعطيها قوما أكثر خضالة.
وكذلـك هنـاك الأنـواع التـى تبنـى أساسـا علـى الشيكولاتة.
وهناك أنواع تحسن قيمها الغذائية بإستخدام عصائر الفاكهة كمحليـات أو إحتوائـها علـى ملـح أقـل أو إضافة ألياف إليها.

والفقد الغذائى فى البسكويتات الحلوة أكبر خلال الخبز من البسكويتات المالحة نظراً لتفاعل البروتين مع الكربوايدرات المتفاعلة الموجود أكثر منها فى البسكويتات الحلوة.

وقد إتفق على أن وحدة التقديم serving من البسكويتات الحلوة هو أوقية واحدة وتمثل ٣ سندوتش (منها)، ٨ رقائق بالشيكولاتة wafers أو ٣ بسكويتات بقطع الشيكولاتة chocolate chip cookies فى حين أن المملحات saltines وحدة التقديم serving فيها ٤ أما بالنسبة للبسكويتات المالحة للشوربة والمحار oyster فهى ١٨ – ٢٠.

وتقسم البسكويتات الحلوة هنا إلى سكر sugar ومكيسة bagged ومبردة icebox وسندوتش sandwich وقضيبية الشكل bar-type.

أما البسكويتات المالحة فتقسم إلى بسكويتات مالحة بالصودا soda crackers وهى عادة مدوّرة وترفع كيماوياً وبسكويتات مالحة جبنية وبها جبن وبسكويتات مالحة مرشوشة sprayed وبسكويتات مالحة مملحة saltines.

تشيبس الذرة والتورتيلا
corn & toartilla chips

تبتدىء صناعتها بعمل المازا masa ومفتاح الطريقة الطبخ القلوى والنقع للذرة الكاملة (أنظر: ذرة). فتطبخ الذرة الكاملة حتى ٣ ساعات على ٨٠ –١٠٠°م مع التقليب المتكرر فى ١٢٠–٣٠٠٪ زيادة من ماء يحتوى ٠.١–٢,٠٪ جير ويترك للنقع طول الليل حيث يتميأ السويداء ويطرى ويحدث تجلتن جزئى للنشا ويذوب الغلاف الثمرى جزئياً. وبالغسيل بعد ذلك يزال الغلاف الثمرى والجير المتبقى وينتج سائل الطبخ والنقع المحتوى على من ٢–٦٪ مواد ذائبة أو معلقة ويرمى. وتطحن المادة المغسولة بالأحجار معطية المازا masa الطازجة التى يعمل منها أفرخ وتقطع ثم تخبز أو تحمر معطية تشيبس التورتيلا أو تحمر بعد عمل الأفرخ والقطع لعمل تشيبس الذرة. وتشيبس التورتيلا بها ٢٥٪ دهن أما تشيبس الذرة ففيها ٣٣٪ دهن.

والبعض قد يستخدم دقيق المازا الجاف بدلاً من المازا الطازجة ولكن قد ينقصها بعض النكهة وكذلك فإن قوام المنتجات منها غير جيد وعمرها على الرف أقصر نتيجة التزنخ (٦ أشهر). والمنكهات إذا أضيفت للعجينة يفقد الكثير منها ولذا فربما أضيفت كمسحوق أو رشت كزيت بعد التحمير.

البيتزا pizza

عجينة البيتزا يجب أن يكون لها إمتدادية extensibility جيدة حتى يمكن مطها stretch ميكانيكياً أو باليد ويجب أن تكون قوية لتحمل الصلصة والفوقيات toppings قبل وأثناء الخبيز. ويفضل دقيق قمح ربيع أمريكى شمالى غامق American dark northern spring أو قمح شتاء أحمر صلب وبه ١٣ – ١٤٪ بروتين.

وهناك نوعان رئيسيان من البيتزا: قشرة رفيعة نيوبوليتان thin crust or Neopolitan وعادة مدورة وتخبز مباشرة فى الفرن المفتوح oven hearth أو القشرة السميكة صقلية thick crust or Sicilian وعادة تخبز فى حلل عميقة deep pans. وكلا العجينتين تتكون من خميرة وملح وماء ودقيق. ويمكن أن يضاف السكر والنتيشة

ودهن التنعيم أو الزيت أو مهينات العجينة dough conditioners التـى تعطـى العجينـة امتداديـة أحسن وتزيد من إمتصاصها وتحسن مـن لـون القشرة ومن الطعم والنكهة والقصافة crispness وتعطى مضغية أحسن وخواص تجميد أحسن.

وبعد التخمر والترقيق rolled ووضع الفوقيات عليها تخبز الأنواع رفيعة القشرة علـى ٢٠٠°ف أما سميكة القشرة فتخبز علـى ٤٥٠°ف وفـى الحـالتين لمـدة ١٠–١٥ ق.

أكلات خفيفة أساسها الحبوب مستوردة وخلافه imported & miscellaneous

تستورد مـن بـلاد كثيرة ومنـها كنـدا والدانمـارك واليابـان والأكـلات الخفيفـة الشـرقية oriental يسـتخدم معـها الأرز الملتصـق glutinous وغـير الجلوتيـى non-glutinous وتمـدد نشـاها يختلف. والبسكويتات المالحة المصنوعة مـن الأرز الجلوتينى لها قوام طرى فى حين أن المصنعة من الأرز غير الجلوتينى لها قوام صلب وخشن hard & rough.

أكلات خفيفة منبثقة extruded snacks

تقنية البثـق تعطى مزايا منها: ١– التصنيع المستمر continuous processing، ٢– الإنتـاج العـالى high productivity، ٣– ناتج عالى الجـودة، ٤– متطلبات عماليـة وفى المساحة منخفضـة، ٥– إمكانيات مختلفة فى الإستعمال versatility، ٦– أقل قدر من السـوائل، ٧– كفاءة فى إستخدام الطاقة.

وينتج عنها أكلات خفيفة متمددة expanded أو كثيفة dense وباستخدام قلاووظ مختلف يمكـن إنتاج مختلف الأكلات الخفيفة.

وهنـاك ثلاثـة أنـواع هامـة مـن الأكلات الخفيفـة المنبثقة. الملتفات الممتـدة expanded curls والكـور وما يتصل بها وتصنع من كسر الذرة مزالـة الجنـين ومنخفضة الرطوبـة فـى البـاثق وتجفـف النواتج الممتـدة وتغطى بالمنكهات التى تحتـوى زيتا وملحا ومسحوق الجبن.

أما الصنف الثانى فربما كان مما يحتوى علـى مالئ أو علـى هيئـة أنبـوب وربمـا احتـاج الأمـر فيـها لاستخدام باثقين أحدهما لطبخ العجينـة والآخـر للتشكيل.

والصنـف الثـالث يحتـوى علـى الأكـلات الخفيفـة المؤسسة علـى القريصـات pellet-based فتصنـع القريصـات الكثيفـة بالبـاثق ولاتتمـدد إلا قبـل الإستهلاك بالتحمير أو الخبيز. وهذه القريصات ثابتـة علـى الـرف وكثيفـة dense وبـذا يمكـن نقلـها لمسافات طويلة إقتصاديا.

وأصلح المنتجات للبثق كسر الذرة مزالـة الجنـين والقشرة ودقيق الأرز. أما الحبوب التى تحتوى علـى كميات ملحوظة من الدهن فتظهر بعض الصعوبـة نظـرا لـتزحلق العجـين dough slippage فـى الباثق وكذلك يصلح دقيق الأرز والتابيوكـا وكذلك نشـا الحبـوب المنقـى والمحـور. ووجـود ٥–٢٠٪ أميلـوز فى النشا يحسن من التمدد والقوام وتفسـر خاصيـة قابليـة الأميلـوز أكـثر للبثـق بالنسـبة للأميلوبكتـين إلى أن الأميلـوز غـير متفـرع وهـذا

يمكنه أن يكيف نفسه أسهل ويخرج من فتحة الباثق في وضع وظيفي أحسن إستعداداً للتمدد عن الأميلوبكتين المتفرع.

كثير من العوامل تؤثر على درجة الإنتفاخ puffing فتؤثر نسبة الرطوبة في المواد الداخلة على درجة حرارة العجينة وبالتالي على مقدار تجلتن النشا الذي يحدث أثناء البثق والنشا غير كامل التجلتن لاينتفخ بالكامل not fully puffed وإذا تحول النشا إلى دكسترينات فإن التمدد أيضاً يقل.

كما يؤثر حجم جسيم الحبوب على درجة الإنتفاخ فالجسيمات الصغيرة خاصة مع الذرة تؤدي إلى تزحلق العجينة slippage في الباثق وبذا يقل الإنتفاخ puff. كما أن إضافة الملح يقلل من الإنتفاخ ولذا يضاف الملح بعد الإنتفاخ.

وتضاف النكهات والملونات بعد البثق لتأثرها بالحرارة.

والبثق يمتاز بأنه في وحدة واحدة يمكن إجراء عدة عمليات مثل الخلط والطبخ والتشكيل بطريقة مستمرة. وأنه بتغيير المكونات يمكن إنتاج العديد من النواتج ذات الأشكال المختلفة بتغيير القوالب.

وباستخدام الباثق تحت ظروف نسبة رطوبة عالية ودرجة حرارة منخفضة نسبياً فيمكن أن يستخدم في تكوين العجينة dough-forming device.

الذرة الفشار popcorn

الذرة يتمدد ٢٠ - ٤٠ مرة في عمل الفشار ولكن في نفخ الأرز والقمح puffing فإنهما يتمددان عدة مرات في الحجم فقط. ووجود السويداء الصوانية أو القرنية يساعد على تقشير الذرة وكذلك وجود غلاف ثمرى مطاط يمنع من هروب الرطوبة من الحبة وعندما تسخن الحبة تتحول الرطوبة إلى بخار ويتكون ضغط يسبب الفشر/(الإنفجار). ويؤثر على التقشير عدة عوامل منها طريقة التقشير، درجة نضج الحبة، مستوى الرطوبة في الحبة وعوامل وراثية. ونسبة الرطوبة المثلى هي ١٣ - ١٤٪.

وتزيد طراوة الناتج بزيادة التمدد كما تؤثر سماكة الغلاف الثمرى على القوام فيرغب في غلاف ثمرى رفيع ولكن الحبوب الكبيرة لها غلاف ثمرى سميك.

والفشار المدوّر أو الكروى يسمى عش الغراب mushroom وكذلك فشار الفراشة butterfly لأن له سطح غير منتظم ويحتفظ بالملح أكثر ويعتبر قوامه أحسن.

ولون الحبة يختلف من الأبيض الجيرى إلى اللون الكريمي.

وتؤثر طريقة الحصاد والتخزين على التقشير والبعض يحصده ويتركه على الكوز ليكتمل cure وآخرون يحصدونه على ١٦ - ١٧٪ رطوبة بحيث تترك الحبوب لتتوازن librate... في الرطوبة. وإذا أحسن تخزين الذرة الفشار فإنه يبقى لمدة جيل (عشر سنوات).

وتفشر الذرة مبتلة (مع الزيت) أو ... (بالهواء) والأولى تعطى نكهة ولون أحسن. ولكن في التفشير الجاف الطريقة المستمرة أسهل. كما أن إنتاج الكارامل والنكهة الخاصة أسهل.

والفقد في التفشير يبلغ حوالى ١٥٪ وبعد التفشير مباشرة تكون نسبة الرطوبة حوالى ٢٥٪ وتفقد أيضاً القشور. كما تتكسر بعض الحبوب المفشرة مما يؤدى إلى زيادة الفقد.

وتعبئة الفشار هامة لأنه مسترطب ويمتص رطوبة حتى عند نسب رطوبة ٢٠٪. وإمتصاص الرطوبة يؤثر على القوام ويجعل الناتج مطاطيا وممضغيا chewy.

ونسب الذرة فى النشا تبلغ ٧٣٪ ذرة ، ٢٢٪ زيت، ٥٪ ملح.

قضبان جريش الحبوب cereal meal bars

وهذه تعرف بإسم قضبان جرانولا granola يدخل فيها أساسان إما النقل أو الفاكهة مع توابل وبيض وزبيب وبعد الخلط والوضع فى القوالب تخبز وتبرد وقد تغطى بالشيكولاتة قبل التعبئة.

برتزل pretzels

٩٠٪ من البرتزل pretzel من النوع الصلب hard و١٠٪ الباقية من النوع الطرى الذى قد يجمد. وهذه المنتجات تستهلك دافئة warm وتصنع من عجينة مختمرة وبعد التجميد تشكل ثم تمرر فى تنك القلوى لمدة ١٠ ثانية مع ٠,٥٪ ايدروكسيد صوديوم أو ٢٪ كربونات صوديوم على ١٨٠°– ٢١٠° ف وبعد التصفية يضاف ٢٪ ملح (من المستوى النهائى) ويخبز على ٤٥٠°ف لمدة ٤–٥ق. وهى عند خروجها من الفرن تحتوى على ١٥٪ رطوبة وتمر خلال نفق تجفيف على ٢٥٠°ف لمدة ٢٥– ٩٠ق لتصل الرطوبة إلى ٢٪ – ٢,٥٪.

فطائر التحميص toaster pasteries

هذه فطائر مفلطحة flat مع مالئ من الفاكهة وحجمها ورفعها يسمحان بتسخينها فى المحمصة toaster أو فى فرن الموجات القصيرة لتعطى أكلة خفيفة دافئة. وقد تجمد أيضا.

وهى تصنع بوضع طبقة رفيعة من مالئ فاكهة fruit filling على طبقة رفيعة من عجين الفطير ثم تغطى بعجينة ثم تقطع على شكل مستطيل ويأتى بعد ذلك الخبز والتبريد والتعبئة.

الحبوب المنتشة: الإنتاج والاستعمال
malted cereals: production and use
(Pyler)

يمكن أن يقال النتش malting هو بدء لعملية الإنبات الطبيعية فى أحد الحبوب ثم يوقف النمو بإستخدام هواء جاف ساخن فى فرن النتيشة malt kiln ويوقت البدء والوقف بحيث يكون الفقد أقل مايمكن وتحوير النتيشة أكثر مايمكن وعملية النتش تشمل ثلاث خطوات رئيسية: النقع steeping والإنبات germination والتجفيف kilning.

بعد الحصاد فإن الحبوب cereal grains تخزن لفترة من ١ شهر إلى سنة لتسمح بكسر فترة البيات الطبيعى normal dormancy قبل بدء النتش. ودرجة البيات تتأثر بعدة عوامل منها بيئة النمو ونوع الحبوب.

ويحدث أثناء النتش تغيرات معقدة كثيرة تسمى معا "تحوير modification" وتشمل تدهور مواد جدار الخلية وتذويب شبكة البروتين solubilization of protein matrix وإنتاج إنزيمات اميلوليتية تفيد بعد ذلك فى تصنيع البيرة أو الخبيز. ومن بينها حلمأة البيتاجلوكان β-glucan الذى يكون ٧٠٪ من جدر خلايا السويداء ويكون الخطوط الرئيسية المحددة لتحوير الشعير. والحبوب الأخرى تحتوى

- كالقمح - تلى كمية أقل من البيتاجلوكان (٢٠٪ total) ولكن تحتوى على بنتوزان أكثر (٧٠٪ total) فى جدر خلايا السويداء. والقائم بعمل النتيشة maltster يعمل على تميؤ مواد جدار الخلية بدرجة كافية وكذلك على تخليق انزيمات حلمأة البيتاجلوكان وأن تتوصل إلى السويداء.

وتقوم الإنزيمات بتذويب البيتاجلوكان ذات الوزن الجزيئى المرتفع من جدار الخلية وفى النهاية تكسرها إلى جزيئات أصغر. وإذا لم يتم تحوير جدر خلايا النتيشة ولم تكتمل قبل التجفيف kilning أى إذا كانت عملية النتش قصيرة أو كان الشعير غير جيد فإن مواداً من البيتاجلوكان ذات وزن جزيئى مرتفع تذوب ولكن لاتتكسر وتسبب عدداً من المتاعب التقنية. ففى تصنيع البيرة يعطل فصل مستخلص النتيشة impeded wort separation وينقص المستخلص ويكون ترشيح البيرة أبطأ وتتكون رواسب غير مرغوبة وسديم haze فى البيرة.

ويمكن تقسيم إحتياطات الغذاء food reserves فى حبة الشعير الناضجة إلى مجموعتين: تلك التى يحتاج إليها مباشرة لتنفس ونمو الجنين وتلك التى تخزن فى السويداء على حالة غير ذائبة ليستخدمها الجنين فيما بعد أثناء النمو، أو صانع البيرة فى تنك الهريس mash vessel، أو يستخدمها الخباز فى وظائف الخبز bread functionality. وفى الشعير فإن مواد التنفس هى سكرا السكروز والرافينوز التى تتركز فى الجنين وفى الطبقة البروتينية aleurone layer وتستعمل فى الأربع وعشرين ساعة الأولى من النمو للتنفس ولتخليق الإنزيمات فى الطبقة البروتينية/الاليورون التى تحيط بالسويداء إستجابة لهرمونات يفرزها الجنين مثل حمض الجبريليك gibberellic وتشمل إحتياطيات الغذاء طويلة المدى فى السويداء: النشا والبروتين والبيتاجلوكان والبنتوزان وتهم تقنيا من يستعمل النتيشة فى النهاية. وتجعل الخواص الكيماوية والعلاقات الطبيعية للبيتاجلوكان والبروتينات والبنتوزانات مع حبيبات النشا starch granules فى السويداء الحلمأة الإنزيمية (عن طريق النتش) ضرورية قبل إستخدام هذه الحبوب فى معظم طرق تصنيع الأغذية. وصانع النتيشة يرغب فى هدم degradation كبير لجدر خلايا السويداء وتذويب متوسط لتركيب البروتين وإنتاج كاف للإنزيمات وتحليل أميلوليتى amylosis محدود لحبيبات النشا الأصلية native (الطبيعية).

أ- النقع steeping

يُسَهل تميؤ hydration الحبوب فى عملية النتش عمليات نقع وراحة هوائية air rest و/أو دورات رش، كل هذا يمليه معدل أخذ مياه rate of water uptake وخصائص إنبات الحبة ونوع مكن النتش. وتحتاج طرق النتش الحديثة من ٢٤-٨٠ ساعة لرفع نسبة الرطوبة إلى ٤٠-٤٨٪ فى النقع.

ويسمح بالامتصاص السريع للمياه ولكن ليس الزائد خاصة مع الحبوب الحساسة للمياه إذ فيها تتكون طبقة من مياه سطح surface water تثبط انتقال الأكسجين للجنين الذى يتنفس.

كذلك فإن درجة حرارة ماء النقع عامل حرج فهى يجب أن تكون دافئة لتسمح بإمتصاص سريع للمياه

والإنبات ولكن ليست دافئة كثيراً مما قد يسمح بنمو الكائنات الدقيقة على سطح الحبة وبذا تنافس الجنين فى الأكسجين وتعطى نكهات غير مرغوبة فى منتج النتيشة النهائى.

كذلك فإن درجات الحرارة الأدفأ ربما زادت exacerbate التنفس فى الحبوب الحساسة للمياه. وعادة مياه النقع تكون درجة حرارتها من ١٠-٢٠°م.

ويتم إحلال هواء محل ماستنفذ من أكسجين وكذلك إزالة الحرارة المنبثقة من تنفس الحبوب بإدخال هواء معدل درجة الحرارة attemperated ومرطب humidified خلال تنك النقع أثناء فترة الراحة الهوائية air rest وذلك بسلسلة من غمس immersing الحبوب فى ماء طازج fresh أو حديثاً بإعادة إمرار recirculating ماء مبرد ومهوى chilled and aerated بالرش من أعلا. وتهوية ماء النقع مهمة ويجب أن تجرى عدة مرات خلال دورة النقع إذ أن الأكسجين يمكن أن ينفذ فى خلال ساعة ويمكن إدخال الماء والهواء من أسفل كنافورة geyser system فى وسط التنك حتى يتم تحريك الحبوب وتهويتها بإستمرار.

وتنتفخ الحبوب حوالى ٢٥٪ أثناء تشرب المياه نتيجة- أساسيا-لإمتصاص البروتين للمياه وبواسطة الهواء المضغوط الذى يعمل على تهوية الماء وخلخلة المواد الغريبة الموجودة على سطح الحبوب.

وتعمل مياه النقع بعد إمتصاصها فى الحبة على بدء initiation تطويل الخلية cell elongation والتنفس والنشاط الإفرازى للجنين وتنشيط الإنزيمات. ويجب التأكد من تميؤ السويداء بدرجة كافية للسماح لهذه الإنزيمات بتحليل الإحتياجات الغذائية فى السويداء. وعندما تتميأ الحبة ويظهر الجنين نمو الجذير فإنها تنقل إلى تنك الإنبات "steeped out" to a germination vessel.

ب- الإنبات germination

يمكن تعريف الانبات - من الوجه النباتية - بأنها عملية تبتدىء بتشرب المياه وتتقدم خلال مراحل من تنشيط الإنزيمات والإنقسام mitosis وتنتهى بتطويل الجذير radicle or rootlet ولكن الإنبات فى عملية النتش يشمل مرحلة النمو التى تلى النقع وقبل التجفيف. وقد يحدث خروج الجذر chilting -والذى يعنى إنتهاء الإنبات نباتياً-قبل نهاية النقع وقبل بدء مرحلة الإنبات فى النتش. وقد تم تقصير مدة الإنبات إلى ٣-٦ أيام عن طريق التربية وضبط طرق الزراعة وإستخدام طرق حديثة للنتش بجانب زيادة تفهم مايحدث خلال عملية تحوير النتيشة.

وأكثر طرق وأدوات الإنبات طريقة غرف هوائية pneumatic compartments وتعرف بإسم صناديق صلاح الدين أيضاً وهى عبارة عن تنكات مستطيلة مفتوحة من أعلا مع أرضية مخرمة (أرضية كاذبة) تحتفظ بالحبوب المنقوعة فى طبقات beds عمقها من ٣-٥ قدم ويمرر هواء (١٠°-١٨°م) ونسبة رطوبة +٩٠٪ أو أعلا عادة بمعدل عالٍ (٢٠٠ - ١٠٠٠ م³/ساعة/طن) فيزيل حرارة التنفس ويوفر الأكسجين للجنين الذى يتنفس ويمنع حموضة الحبوب.

وفى الإنبات بطريقة الدفعات ربما إستخدمت عدة دست من غرف الإنبات. كما قد تستخدم طرق مستمرة للإنبات.

وقد تستخدم مساعدات للإنبات مثل حمض الجبريلليك للإسراع من الإنبات أو تضاف برومات البوتاسيوم لتبطىء تحليل البروتين proteolysis وبذا يقل الفقد.

وتتراوح طرق تقدير التحوير أثناء الإنبات من طريقة "الدعك rubbing out" بين الأصابع للنبيشة الخضراء green malt لمعرفة إذا كانت السويداء طرية أم فتيتة friable وتترك هذه الطريقة طبقة نشا نتيشة جيرية بيضاء على الإبهام - إلى طرق حديثة متقدمة مثل إستخلاص النتيشة بالماء الدافىء أو صبغ إستشعاعى لجدار الخلية fluorescent staining أو المجهر الأليكترونى أو تقدير البروتين الذائب.

ج- التجفيف kilning

يهدف التجفيف إلى إيقاف النمو النباتى وكذلك التحوير الداخلى وخفض الرطوبة فى الحبة للتخزين وتكوين مركبات اللون والنكهة فى النتيشة وتتحدد خصائص النتيشة النهائية إلى درجة كبيرة بالإختيار الجيد لدورات الزمن ودرجات الحرارة ونسبة الرطوبة وحجم الهواء الداخل للمجفف. فأحجام كبيرة من هواء جاف دافىء تعطى نتيشة لونها خفيف ونشطة إنزيميا فى حين معدل منخفض لهواء ساخن مبتل ومعاد دورانه فى المجفف يؤدى إلى إنتاج نتيشة لونها غامق ونكهة زائدة التحميص.

ويمكن أن تفرد النتيشة المنبتة على أرضية المجفف kiln (المثقبة) فى طبقات ضحلة (٤-١٢ بوصة) حيث يقلبها العمال أثناء التجفيف ويرتفع الهواء الساخن خلالها. وحديثاً تتكون هذه المجففات من أرضية واحدة أو أكثر أو من أسطوانات دوارة rotating drums أو مجففات رأسية ويمكن أن تتراوح طبقة النتيشة من ١٢ بوصة إلى ٦ قدم ودورات الزمن من ٩ - ٤٨ ساعة ويدفع الهواء بسرعات تختلف من أقل من ٢٠٠٠ م^3/ساعة/طن إلى أكثر من ١٠٠٠٠ م^3/ساعة/طن وعادة فى إتجاه لأعلا ولكن ربما أحياناً قليلة فى إتجاه لأسفل. والمرحلة الأصلية فى التجفيف تعمل على إزالة الرطوبة الحرة والمرتبطة فى الحبة مع الحماية من مسخ الأنزيمات بإستخدام درجات حرارة من ٤٠-٦٥°م. ويلى هذا التجفيف مرحلة التحميص roasting أو المعالجة curing ويتكون خلالها معظم مركبات اللون والنكهة. وأحياناً تستخدم درجات حرارة تحميص نهائى ٧٥-١٠٠°م لعمل نتائش اللاجر lager malts أما النتائش المتخصصة فيمكن إنتاجها بدرجات حرارة خارج هذا المدى.

وبعد التحميص النهائى يبرد المجفف والنتيشة بإدخال هواء جديد fresh خلال المراوح. وتحدد جودة ودرجة النتيشة مباشرة. وقد تقدر النسبة المئوية للإستخلاص الدافىء ومستوى نشاط الإنزيمات ولون المستخلص والدقيق وغير ذلك.

د- تعتيق النتيشة malt aging

لإستعمال النتيشة فى صناعة البيرة فإنها تعتق قبل الطحن. وقد لايفهم تماماً مايحدث خلال التعتيق ولكن تتوازن الرطوبة داخل الحبة إذ أن النتيشة التى تحتوى على ٣-٥٪ ربما كان بها فى الطبقة الخارجية periphery الجافة ١-٣٪ رطوبة والداخل الأكثر إبتلالاً ربما كانت به الرطوبة من ٥ - ٨٪ أو أكثر. فإذا تم طحن هذه النتيشة مباشرة بعد التجفيف فإنها تعطى قليلاً من الدقيق الناعم الجاف وكمية أكبر من "كتل clumps" عالية نسبة الرطوبة. وهذه الجسيمات المختلفة تميل إلى التكتل agglomerate وتخفض من قابلية الإستخلاص. فيحصل من النتيشة المجففة حديثاً على مستخلص أقل ذى نشاط إنزيمى أقل وترشيح للهريس mash معيب وكذلك صعوبة فى تداول الحبوب المستخلصة spent grain ولذا تخزن النتيشة التى ستستخدم فى صناعة البيرة لمدة شهر على الأقل.

ويؤثر نوع الحبة وجودتها ودرجة التحوير أثناء الإنبات وظروف التجفيف على خواص النتيشة النهائية ولذا ربما تم خلط أنواع مختلفة من النتائش لمقابلة الإحتياجات المختلفة.

نتائش الشعير فى صناعة البيرة
barley malts in brewing

أهم إستخدام لنتيشة الشعير (فى الولايات المتحدة) إنتاج مشروبات النتيشة الكحولية أساساً البيرة. وتستخدم نتيشة الشعير لهذا الغرض فى أنحاء العالم لأن الشعير يصلح لأجواء وأنواع تربة مختلفة ولأن الإنزيمات الأميلوليتية والبروتيولوتية به تنتج مستخلص نتيشة wort قابل جداً للتخمر دون الحاجة لإضافة مغذيات أخرى ولأن القشرة husk تبقى عليه أثناء الحصاد مما يحمى العسلوج القمى acrospire النامى أثناء النتش وتعطى وسطاً للترشيح فى عملية تصنيع البيرة وكذلك نتيشة الشعير تعطى إنزيمات تكفى أيضاً لتخمر السكريات مما قد يضاف أثناء التصنيع.

أ- تخمير البيرة the brewing process

تخمير البيرة يمكن تقسيمه إلى أربع عمليات: هرس mashing ، تخمر fermentation، تعتيق aging وإنهاء finishing.

١- الهرس: الغرض منه إنتاج مادة قابلة للتخمر. وقد يضاف كسر الذرة grits أوحبوب الأرز المكسورة كمصادر للسكر المتخمر فى هذه الصناعة. وقد يهرس المضاف (ذرة أو أرز وحده) والنتيشة وحدها ثم يضما معاً لإنهاء الهرس ليضاف مولت يمثل ١٠٪ من وزن الذرة أو الأرز وماء على ٤٥°- ٥٥°م ويمرر الهريس خلال سلسلة من رفع درجة الحرارة والإحتفاظ بها مرتفعة لجلتنة وتذويب النشا المضاف (ذرة أو أرز) نتيجة لفعل إنزيم الألفاأميلاز وفى المرحلة النهائية يغلى الهريس لضمان تمام التجلتن.

وفى نفس الأثناء تهرس النتيشة مع ماء على ٤٠°- ٥٠°م ويمرر فى نفس مراحل درجات الحرارة والزمن للمضاف (ذرة أو سكر) ويحفظ الهريس على ٤٠°- ٥٠°م لمدة ٣٠-٦٠ق للسماح للإنزيمات البروتيولوتية بإنتاج أحماض أمينية حرة لأيض

الخميرة وفي نفس الوقت تذوب إنزيمات أخرى وتعمل على تكسير degrade وتذويب الكربوايدرات والأحماض النووية وخلافه إلى جزيئات أصغر وعند الوقت المناسب ترفع درجة حرارة هريس النتيشة بإضافة هريس المضاف الذى يعطى إلى ٦٠-٦٧°م حيث يكون فعل الأميلازات وإنتاج السكريات التى تتخمر سريعاً جداً. ويستمر الإحتفاظ بهذه الدرجة لفترة تسمح ليكون مستخلص النتيشة المتكون له درجة قابلية التخمر المرغوبة ثم ترفع درجة الحرارة إلى ٧٠°م لأنهاء تحويل النشا والدكرسترين إلى بضع سكريات عديدة قصيرة السلسلة oligosaccharides.

وهناك تحويرات مختلفة لعملية الهرس تتوقف على خواص النتيشة المستخدمة ونوع البيرة المنتجة.

ويتم فصل المستخلص الغنى فى السكر والأحماض الأمينية من المواد غير الذائبة فى حوض الترويق lautering vessel حيث يوضع فيه الهريس الذى بقاعه فتحات (slotted plate) ويترك الهريس ليثفل (يرسب) settle بدون إزعاج لمدة تسمح للمواد غير الذائبة أن تشكل settle وتكون طبقة ترشيح. ويتم الترشيح بالجاذبية ويعاد المترشح إلى حوض الترويق lautering vessel حتى يصبح رائقاً ليذهب المستخلص إلى حالة التخمير brew.

وبعد تمام ترشيح جميع المستخلص يتبقى فى الحبوب المستخلصة spent grains كميات لابأس بها من السكر المتخمر ويحصل على هذه بواسطة "الرش" spraying أى بإضافة ماء ساخن إلى أعلا حوض الترويق lautering vessel لغسل المستخلص المتبقى من طبقة الترشيح filter bed.

وهناك أجهزة أخرى لترشيح الهريس.

وعموماً فإن المترشح فى التنك kettle يغلى لمدة ساعتين تضاف أثناؤها حشيشة الدينار (الجنجل) hops على مرتين أوثلاث ويعمل غليان مستخلص النتيشة على: أ- تعقيم مستخلص النتيشة قبل التخمر، ب- تكوين مركبات اللون والنكهة والرائحة خلال تفاعل مايارد Maillard reaction، ج- تثبيط الإنزيمات المتبقية- د- تقليل حجم مستخلص النتيشة، هـ- إزالة النكهات والروائح غير المرغوبة، و- تجليط coagulate (تختير) البروتينات ذات الوزن الجزيئى المرتفع الذائبة التى قد تسبب مشاكل خلال التصنيع أو فى المنتج النهائى، ز- إستخلاص مركبات من حشيشة الدينار هى المسئولة عن المرارة المميزة والرائحة الخاصة للبيرة. وعند تمام الغليان يزال متبقى حشيشة الدينار وينقل المستخلص للتبريد البسيط وتثفيل المواد التى معظمها بروتينى والتى تترسب أثناء الغلى. ويصفق decant مستخلص النتيشة ثم يبرد إلى درجات حرارة التخمر ويهوى aerated. وتتم الخطوات السابقة فى ٦ – ١٠ ساعات.

٢- التخمر: ويجرى عادة على ٨ – ١٠°م لمدة ٥ – ٧ أيام وتستهلك خلاله السكريات والأحماض الأمينية وتزيد الخميرة إلى خمسة أمثال المقدار المضاف وفى نهاية التخمر الأولى فإن الخميرة إما تتلبد flocculate وتثفل إلى القاع أو ترتفع إلى أعلا.

٣- التعتيق: يتبقى بعد التخمر بعض السكر الذى يتخمر وتنقل البيرة مع مايتبقى من خميرة معلقة إلى تنكات أخرى للتعتيق وألـ lagering أو التخمر الثانى secondary fermentation حيــــث يستهلك معظم السكر المخثر المتبقى ويتغير تركيز مواد النكهة والرائحة الطبيعية بالزيادة أو النقصان وينتج ثانى أكسيد الكربون طبيعيا وتنضج نكهة البيرة. وقد يستمر التعتيق من أسبوع واحد إلى عدة أشهر. وبالترشيح خلال التربة الدياتومية diatomaceous earth تزال الخميرة المتبقية والمواد العالقة قبل خلط البيرة للحصول على مستويات الكحول المناسبة. وبعد ذلك يأتى ترشيح نهائى final filtration تكون البيرة بعده معدة للتعبئة. وإذا أزال الترشيح النهائى الكائنات الدقيقة فلا لزوم للبسترة وتباع كبيرة صنبور draft beer. وأحيانا تستخدم إنزيمات الكائنات الدقيقة بجانب إنزيمات النتيشة فى تصنيع البيرة.

ب- البيرة الخفيفة/منخفضة السعرات
light beers

تنتج البيرة منخفضـــة السعرات عن طريـــــق: أ- تخفيف البيرة العادية إلى المستويات المحددة للسعرات، ب- إستخدام أنزيمات الكائنات الدقيقة (أميلوجلوكوســيداز amyloglucosidase) فى المخمر لتحويل كل النشا إلى سكر يختمـــر، ج- إستخدام شراب الذرة القابل للتخمر جدا كمضاف adjunct أو د- خلال إضافة مستخلص النتيشة المعقم والمرشح إلى المخمر fermenter مما يسمح لإنزيمات النتيشة الطبيعية أن تحول أكثر، ولكن ليس كل، النشا إلى سكر يختمر.

التطبيق فى الخبز baking applications

بعد إنتاج النتيشة كما شرح أعلاه فإنها تعامل تبعا للغرض التى ستستخدم فيه لإنتاج دقيق النتيشة فإن النتيشة المجففة kilned تنظف لإزالة الجذيرات والعسلوج القمى acrospires التى تتكون أثناء الإنبات ثم تطحن إلى حجم جسيمات مناسبة.
ولإنتاج مستخلص وشراب النتيشة تهرس مع ماء على درجة حرارة مضبوطة مابين ٣٥-٤٥°م ثم يمرر الهريس على سلسلة من درجات الحرارة والزمن المضبوطين لتكسير بروتين النتيشة إلى بروتين ذائب وأحماض أمينية حرة، ولتكسير نشا النتيشة إلى سكريات تتخمر أساسا جلوكوز ومالتوز.
وفى نهاية عملية الهرس يرشح الهريس خلال طبقة من قشور husk النتيشة وغيرها من المواد غير الذائبة ثم يغلى المستخلص لتعقيمه وتثبيط الإنزيمات ولإعطائه - خلال تفاعل ما يارد - النكهة والرائحة المرغوبة. وبعد الغلى يبرد المستخلص ويسمح للبروتينات المترسبة أن تثفل. وبعد الترشيح يركز المستخلص إلى ٨٠٪ مواد صلبة solids فى مبخر متعدد الفعل.
وفى حالة إنتاج شراب نتيشة من نتيشة الشعير مع الذرة أو القمح كمضافات adjuncts يطبخ المضاف وحده مع جزء صغير من النتيشة لتجلتن وتسييل النشا ثم يضاف إلى باقى هريس النتيشة لتحويل النشا إلى سكريات تختمر.

وللحصول على مستخلص النتيشة المجفف يجفف الشراب المنتج تبعاً للخطوات السابقة عن طريق التجفيف بالرش.

وحالياً تنتج النتيشة ذات النشاط التسكيرى للنشا diastatic بإضافة إنزيمات كائنات دقيقة إلى الشراب النهائى الذى ليس له نشاط تسكير للنشا nondiastatic.

وفى الشراب تبلغ الجوامد ٧٥-٨٠٪ لأسباب اقتصادية بالنسبة للشحن والتخزين ولحفظها من نمو الكائنات الدقيقة. ونسبة السكريات المختزلة كمالتوز تكون من ٥٥-٧٥٪ وتختلف نسبة البروتين كثيراً تبعاً لنوع المضاف adjunct ونسبته وعلى مدى التحلل الأميلوليتى والبروتينى أثناء الهرس. أما لون الشراب والمستخلصات الجافة فهو مابين ٦٠ - ٥٠٠ لوفيبوند بسبب التفاعلات من نوع مايارد.

وسواء دقيق أو شراب أو مستخلص النتيشة فإنها توفر للخبز سكريات تخمر ومواد نتروجينية ذات وزن جزيئى منخفض وإنزيمات خاصة أميلوليتية وبروتيولوتية ومركبات نكهة ولون وفيتامينات ومعادن الحبوب المستخدمة ولاتختلف النتيشة التسكيرية للنشا عن النتيشة غير التسكيرية diastatic from nondiastatic إلا فى أن غير التسكيرية قد ثبطت فيها الإنزيمات.

والسكريات التى تتخمر تولد غازاً فى العجين مباشرة فى حالة الجلوكوز وفى الخطوات اللاحقة فى حالة السكريات الأخرى مثل المالتوز والمالتوتريوز. ودقيق القمح المستخدم فى الخبز به بعض نشاط من إنزيم البيتا أميلاز ولكن يخلو من نشاط كل من الألفا أميلاز والإنزيمات البروتيولوتية كما أن كميات النشا به قليلة بسبب تلفها أثناء الطحن. ويعمل إنزيم البيتا أميلاز على الحلمأة ولكن لايستطيع ذلك مع الروابط الألفا ١ ←٦ وعلى ذلك فإضافة نتيشة تسكيرية للنشا diastatic يوفر كلا من انزيمات الألفا والبيتا أميلاز للعجين ومن ثم يستطيع الألفا أميلاز العمل على النشا بدرجة أكبر لإنتاج مالتوز الذى تخمره الخميرة بعد ذلك وبذا يزيد إنتاج الغاز كما يزيد من إحتفاظ لب الخبز بالرطوبة وتقل عملية الأجون نظراً لكون الدكسترينات الناتجة ذات خواص مسترطبة hygroscopic وهذه تنتجها الألفا أميلاز للتكسير الأكبر للنشا. وكذلك فإن السكريات ومركبات البروتين ذات الوزن الجزيئى المنخفض والتى تكون موجودة فى النتيشة تضمن نشاطاً أسرع وأقوى للخميرة، كما أن هذه المركبات تعمل على تكون القشرة باللون المرغوب وعلى تكون النكهة المرغوبة أيضاً بسبب منتجات تفاعلات مايارد فى الحالتين.

وقد وجد أن نتيشة القمح الشيلى أدت إلى زيادة حجم الرغيف. ونسبة النتيشة المستخدمة تختلف تبعاً إذا ماكان الغرض الرئيسى هو نشاطها الانزيمى أو إعطاء نكهة و/أو لون وقد تتراوح مابين ٠,٢٥ - ٣٣٪ من الدقيق.

النتيشة فى المشروبات الكحولية المقطرة
malts in distilled spirits

تعمل النتيشة فى المشروبات المقطرة أساسياً كمصدر للسكريات التى تختمر. وتنتج النتيشة كما سبق بيانه إلا أنه أثناء التجفيف kilning بحرق

الخث peat تحت أرضية المجفف kiln لمدة معينة. وتمتص النتيشة الخضراء green malt بعض مكونات دخان الخث peat مما يعطيها خواصا عضوية حسية مرغوبة تنتقل بعد ذلك إلى المشروب الكحولى المقطر distilled spirit ثم تجفف على درجة حرارة منخفضة لتقليل مسخ الإنزيمات denaturation. وبعد ذلك تهرس هذه النتيشة على ٦٠°-٦٥°م حتى تكون كل من إنزيمات الألفا والبيتا أميلاز نشطة جدا فيزيد تحول النشا إلى سكريات تختمر. وبعد ترشيح المواد غير الذائبة تضاف الخميرة pitched بدون غليان حتى يستمر التحليل الأميلوليتى أثناء التخمر.
وقد تستخدم حبوب أخرى غير الشعير كمضافات مثل القمح والشيلم والشوفان وشعير غير منتش unmalted.

المشروبات الغير كحولية
nonalcoholic beverages

هذه المشروبات تشمل نقيع infusion لنتيشة مطحونة باردا أو ساخنا أو للبن معامل بالنتيشة الذى يمكن تحضيره بتجفيف منتجات اللبن مع مستخلص النتيشة.

نتائش الحبوب الأخرى other cereal malts

يمكن تحضير نتائش malts من الحبوب الأخرى مثل الشيلم والقمح والتريتيكال/القمح الشيلمى والذرة الرفيعة وهذه بالفعل تحضر فى جهات مختلفة من العالم .
أنظر: انزيمات، بيرة

أنزيمات الحبوب cereal enzymes
(Bock)

١- الأميلازات amylases

يقوم الألفا أميلاز α-amylase وهو إنزيم داخلى endoenzyme بكسر روابط ألفا ١، ٤ الجلوكوسيدية α(1,4)-glucosidic linkages إعتباطيا فتتحول جزيئات الأميلوز والأميلوبكتين الكبيرة إلى أجزاء ذات سلاسل جلوكوز أقصر وأقل تعقيدا. وفى الحبة السليمة مستوى الإنزيم يكون منخفضا ولكن يزيد أثناء الإنبات.
أما البيتا أميلاز β-amylase فهو إنزيم خارجى exoenzyme يكسر النشا من النهاية غير المختزلة للجزىء بحيث يكسر روابط الفاجلوكوسيدية ١، ٤ متبادلة وينتج السكر الثنائى مالتوز. والإنزيم يوجد فى الحبة السليمة ولايبدو أنه يزيد أثناء الإنبات.
وعندما يعمل إنزيما الألفا والبيتا أميلاز معا فإن ٨٥٪ فقط من النشا ينهدم نظرا لأنهما لايستطيعان العمل على روابط ألفا (١، ٦) فى الأميلوبكتين عند نقط التفرع فى الجزىء.
ونشاط الألفا والبيتا أميلاز أعلا بكثير فى البر/القمح والشعير والشيلم عن بقية الحبوب. ويوجد عدد من الأميلازات فى الحبوب وتختلف من جزء إلى آخر فى الحبة بل أيضا تختلف من الحبة السليمة إلى الحبة بعد الإنبات.

٢- البروتيوزات proteoses

البروتينيزات والببتيديزات proteinases & peptidases توجد فى الحبوب السليمة ولكن مستويات نشاطها منخفضة. ويقاس نشاطها بقياس

النتروجين الذائب الناتج من تحلل البروتين proteolysis.

٣- ليباز lipase

جميع الحبوب بها نشاط إنزيم الليباز وإن أختلفت درجة هذا النشاط من نوع من الحبوب إلى الآخر فهى عالية فى الشوفان والدخن ومنخفضة فى القمح والشعير ويرجع الإهتمام بها إلى أن الأحماض الحرة الناتجة تكون أكثر تعرضاً للتزنخ التأكسدى كما أن كمية كافية منها قد تعطى طعم الصابون.

٤- ليبوكسيجيناز lipoxygenase

يعمل هذا الإنزيم فى حفز تكوين فوق أكسيد peroxidation فى الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع بواسطة الأكسجين فهى تهاجم الدهون والأحماض الدهنية التى تحتوى على وحدة سيس – خماسى – ١و٤ ثنائى الأمين cis-penta-1,4-diene unit

(-ك يد = ك يد – ك يد٢ – ك يد = ك يد-)

ويعتقد أن هناك عدداً كبيراً من مشابهات الإنزيم. والإنزيم يوجد فى جميع الحبوب ماعدا الدخن وترجع أهميته إلى أنه يعزز أكسدة كثير من المنتجات.

٥- الفيتاز phytase

الفيتاز استراز يحلل حمض الفيتيك إلى أينوسيتول وحمض فوسفوريك حر. ونشاطه هام لأن حمض الفيتيك يربط الكالسيوم والمغنيسيوم والحديد والزنك مما يعوق إمتصاصها فى الغذاء.

٦- إنزيمات أخرى other enzymes

يوجد فى الردة إنزيم يؤكسد الأورثوفينيلين ثنائى الأمين O-phenylene diamine. كذلك يوجد فى الحبوب إنزيما البيروكسيداز والكاتالاز وإن لم يعرف دورها بالضبط.

٧- إنزيمات الشعير enzymes in barley

تساعد إنزيمات مشابهة للألفاأميلاز على حلمأة السويداء أثناء الإنبات فى الشعير وينشط هذه الإنزيمات حمض الجبريليك الذى يأتى من الجنين إلى الأليورون منشطاً تخليق الألفا أميلاز بل يعمل حمض الجبريليك على تخليق أو تحرير عدد من الإنزيمات الأخرى التى تعمل فى السويداء.

ويوجد فى الشعير مثبطات للتربسين ومثبطات للكيموتربسين ومثبطا التربسين يوجدان بمستويات شبه ثابتة فى مختلف الأصناف ولكن هذه المستويات تختلف بالنسبة لمثبطى الكيموتربسين فى الأصناف المختلفة. ومثبطا الكيموتربسين وواحد من مثبطى التربسين يهدمها الببسين وعلى ذلك فليس لها تأثير سيىء على [illegible]ذية ولكن مثبط التربسين الآخر يقاوم الببسين وينتج إنخفاضاً فى هضمية البروتين فى الأصناف التى يوجد فيها ولكن يلاحظ أن مستواه منخفض بحيث لايؤثر سلبياً كثيراً.

٨- إنزيمات الذرة enzymes in corn

الذرة الناضجة الجافة لاتظهر إلا مستوى منخفضا من نشاط ألفا أميلاز ولكن هذا النشاط يزيد أثناء الإنبات فى القصعة وكذلك فى الحبة مع إزالة الجنين.

وقد عزل الليباز من قصعة شتلات seedlings الذرة ويوجد ليباز الذرة فى أجسام الدهن lipid bodies للحبوب المنبتة ويعمل فقط على الجليسريدات الثلاثية التى تحتوى حمض الأوليك أو حمض اللينولييك فيحللها إلى أحماض دهنية حرة لتدخل فى أكسدة بيتا فى الجسيمات الجليوكسية glyoxysomes. أما دور إنزيم الليبوكسيجيناز فى الذرة فغير واضح ولكنه قد يعطى أيضات تعمل كمنظمات للأيض.

٩- إنزيمات الدخن والذرة الرفيعة enzymes in millet & sorghum

الأجسام البروتينية للذرة الرفيعة بها بروتياز وفيتاز وألفا وبيتا جلوكوسيداز وبيتا جالاكتوسيداز وعدداً من الفوسفاتازات. ونشاط الفيتاز فى الذرة الرفيعة أقل منه فى الشيلم والقمح/البر. وكما فى الحبوب الأخرى يزيد نشاط الأميلاز بسرعة مع الإنبات. وفى الدخن قد يكون نشاط الألفا أميلاز أعلا منه فى القمح والشعير المنتش. وبعكس نتيشة الشعير حيث البيتا أميلاز هو الأهم فإن نسبة الألفا أميلاز إلى البيتا أميلاز فى الذرة الرفيعة تبلغ ٢ أو ٣: ١.

١٠- إنزيمات الأرز enzymes in rice

يخضع أيض السكروز فى الأرز لإنزيمى سنثتاز السكروز وسنثتاز سكروز-٦-فوسفات sucrose synthetase & sucrose-6-phosphate synthetase وربما عمل الألفا أميلاز فى تكسير النشا إلى جلوكوز.

كما يوجد الفيتين فى الأرز -كما فى الحبوب الأخرى.

وكذلك يوجد مشابهان هامان لإنزيم الليباز فى ردة الأرز rice bran (الرجيع) ويلاحظ أثناء تخزين بذور الأرز الملمع polished أن نسبة الأحماض الدهنية الحرة ترتفع فيه.

١١- إنزيمات الشيلم enzymes in rye

يوجد نشاط الألفا أميلاز فى الغلاف الثمرى pericarp والأليورون والسويداء فى الشيلم بدرجات مختلفة كما يوجد البيتا أميلاز بتركيزات منخفضة عند النضج.

كذلك يوجد إنزيمات بروتيولوتية فى الشيلم وتزيد فى ردته.

١٢- إنزيمات القمح enzymes in wheat

يوجد إثنان من الألفا أميلاز فى القمح غير المنبت أحدهما حساس للحرارة وللمثبط والآخر يشبه ألفا أميلاز القمح المنبت. وألفا أميلاز القمح يعمل على الأميلوز بطريقة إعتباطية كما فى الحبوب الأخرى. أما البيتا أميلاز فيتكون من ثلاثة أجزاء تختلف فى سلوك الإستشراد الكهربى. ويتأثر نشاط الأميلاز فى القمح برقم جيد ودرجة الحرارة ومادة التفاعل والمثبطات.

وتوجد البروتينازات والببتيدازات فى القمح أيضاً خاصة فى القصعة والجنين ويزيد نشاط هذه الإنزيمات بالإنبات.

وفى الدقيق غير عالى الدرجة low-grade يزيد نشاط الليباز عن الدرجات الأعلا أو الردة أو الجنين. وفى القصعة تزيد نسبة نشاط الليباز عن الفلقة أو السويداء ٣,٥ - ٤ مرات ، ٤-٥ مرات مثل

القشرة hull و ١٥ مرة مثل الجذير radicle والأحماض الدهنية الحرة الناتجة تؤثر على التخزين وجودة الخبز.

كما توجد الفوسفاتازات مثل الفيتاز الذى تزيد نسبته أثناء الإنبات ست مرات فى القمح الطرى وفى الصلد ٢٠٪.

كذلك توجد إنزيمات الأكسدة (أكسيدزات oxidases) مثل الليبوكسيداز وأكسيداز الفينول والأمينات الأروماتية والكاتالاز والبيروكسيداز. ويعمل الليبوكسيداز على تكوين فوق أكسيد فى الأحماض الدهنية غير المشبعة ويزيد نشاطه فى الأقماح الحمراء وتكون أقلها فى الأقماح البيضاء والصلدة. وبعد الطحن فإن النشاط يكون أعلاه فى الجنين وأقله فى الدقيق الممتاز patent flour. كذلك يوجد الكاتالاز بدرجة أعلا فى أصناف القمح المعرضة للصدأ من الأصناف التى تقاومه. ويفوق نشاط البيروكسيداز فى القمح نشاطه فى كل من الشعير والذرة والأرز.

أنظر: إنزيم، أميلاز

إنتاج ايثانول من الحبوب
ethanol production from cereal grains

إستخدم الإيثانول كوقود فى المحركات ذات الإحتراق الداخلى منذ إختراعها ونشر عن إستخدامه كوقود للعربات منذ ١٩٠٧م.

(Dale)

خط إنتاج أساسى للإيثانول من الحبوب
basic flow sheet for ethanol production from cereal grains

المعادلة الآتية تبين تحول سكر الجلوكوز إلى إيثانول

ك٦ يد١٢ أ٦ ← ٢ ك٢ يد٥ أيد + ٢ ك أ٢ + حرارة

١ جلوكوز ← ٢ إيثانول ٢ ثانى أكسيد كربون

وأقصى إنتاج ممكن هو ٥١ رطل إيثانول لكل ١٠٠ رطل جلوكوز ولكن فى الواقع لايحصل إلا على ٤٧ – ٤٩ رطل من كل ١٠٠ رطل جلوكوز. وتقريباً يتم الحصول على أوزان متقاربة من الإيثانول ومتبقى غنى فى البروتين من عملية التخمر وثانى أكسيد كربون لكل وحدة وزن جافة dry unit weight من المادة الخام عند إستخدام الذرة أو الذرة الرفيعة أو القمح كمواد خام.

اتاء الإيثانول من مختلف الحبوب
ethanol yields from various cereal grains

الذرة هى المادة الخام الأكثر إستعمالا فى إنتاج الإيثانول. وتختلف كميات الإيثانول الناتجة من مختلف الحبوب ولكن الإنتاج عموما يكون حوالى ١٠٠٠ لتر/هكتار/سنة.

إقتصاديات إنتاج الإيثانول
economics of ethanol production

تتكون تكاليف إنتاج الإيثانول من رأس المال (إستثمار investment) وتكاليف التشغيل operating وفى ١٩٨٣ كانت تكاليف رأس المال تتراوح مابين ١,٥ – ٢,٠ دولار للجالون فى السنة. وفى المصانع الأصغر تزيد هذه التكلفة. وتكاليف المادة الخام تكون من ٥٠ – ٧٠٪ من تكاليف التشغيل ولذا فإن هذه المصانع حساسة جدا للتغيرات فى سعر المادة الخام. فسعر المادة الخام

يتراوح حول ١,١ دولار لجالون الإيثانول من الذرة الرفيعة والذرة إلى ٢,٩ دولار للأرز.

مقارنة الإيثانول مع أنواع الوقود الأخرى
comparison of ethanol with other fuels

البرازيل تستخدم الإيثانول أو خليط منه مع البنزين gasoline-ethanol blends (gasohol) كوقود للعربات. ويتميز الإيثانول عن أنواع الوقود الأخرى خاصة البنزين بعدة مميزات مثل: الإيثانول له رقم أكتان octane number أعلا كثيراً من البنزين وبذا يزيد من قوة المحرك engine power ويقلل من الضوضاء. وكذلك فهو يحترق بنظافة أكثر عن البنزين منتجا مستويات أقل من أحادى أكسيد الكربون carbon monoxide وأكسيدات النتروجين والايدروكربونات الكلية الناتجة total hydrocarbon emission عن البنزين gasoline. وكذلك للإيثانول ضغط بخارى أقل فهو يسبب تلوثاً أقل للهواء. وعندما يخلط الإيثانول مع البنزين فإن التحسن فى رقم الأكتان وخفض تلوث الهواء يعكس تقريباً نسبة الإيثانول فى الخليط.

ولكن للإيثانول عيوب منها صعوبة إبتداء العربة starting وتعطلها (بطئها) sluggishness خاصة فى الأجواء الباردة. وأهم من ذلك أن الإيثانول قد ينفصل عن البنزين خاصة فى درجات الحرارة المنخفضة حيث تزيد كمية الرطوبة الممتصة وعند إستعمال الإيثانول وحده كوقود للعربة فإن الأمر يحتاج إلى حجم أكبر منه لقطع مسافة واحدة.

أسواق أخرى للإيثانول
other markets for ethanol

يستخدم الإيثانول أيضاً فى إستخدامات طبية وصيدلية وفى المنكهات. ويمسخ الإيثانول denatured باستخدام البنزين benzene أو ميثيل ايزوبيوتايل كيتون لمنع إستخدامه كمشروب beverage. وبذا يستخدم فى مضادات التجمد antifreeze وفى المذيبات العامة. وهو كذلك المادة الخام لتحضير مئات الكيماويات مثل الأسيتالدهيد وخلات الإيثايل وحمض الخليك والجليكول . ويمكن تخليق البنزين gasoline من الإيثانول أو الميثانول .

منتجات أخرى من الجلوكوز
other products from glucose

إن منتجات تخمر الجلوكوز التى تحفظ معظم كتلة جزىء المادة الخام لها فوائدها الإقتصادية ولذا يفضل الكيماويات المؤكسدة oxychemicals عن الايدروكربونات المختزلة وذلك مثل حمض الستريك والبيوتانول والجليسرين وغيرها وأيضاً حمض اللاكتيك وعديد أيدروكسيد حمض البيوتريك والبروتين وحيد الخلية single cell protein.

قيمة وأسواق المنتجات الإضافية للإيثانول
value & markets for ethanol industry by-products

مصانع تخمر الكحول لها ناتجان ثانويان أساسيان: المتبقى الصلب بعد إستخلاص الكحول وثانى أكسيد الكربون.

والمتبقى الصلب يسمى حبوب المقطر distiller's grain (DDG) أو الحبوب المستنفذة spent grains وتنتج بمعدل ١٨ رطل جاف لكل بوشل من الذرة المتخمرة ولها قيمتها وتستخدم حالياً كمضافات للعلف. وللبروتين بها ميزة أنه يقاوم فعل الكائنات الدقيقة فى المعدة rumen microorganisms ويذهب مباشرة إلى الأمعاء intestinal tract حيث يمتصه الحيوان مباشرة. ولكل جالون إيثانول ناتج حوالى ٦,٣ رطل ثانى أكسيد كربون. وثانى أكسيد الكربون يستخدم فى حقول البترول لإستخراج المزيد منه. أو بإتحاده مع غاز الأيدروجين ينتج الميثانول methanol وهو يستخدم لحفظ بعض المنتجات الزراعية وفى المشروبات المكربنة carbonated beverages أو كوسط (سائل أو غاز) للتبريد refrigerant.

بروتينات الحبوب cereal proteins

نسبة البروتين فى الحبوب المختلفة تظهر فى (الجدول ٣-حبوب).

ويمكن تقسيم بروتينات الحبوب إلى قسمين عريضين: قسم نشط بيولوجياً وهو الإنزيمات وقسم غير نشط بيولوجياً وهو بروتينات التخزين وهى تمثل الجزء الأكبر من البروتينات وقد تبلغ نسبتها ٨٠٪ (Lookhart)

والجدول (١) يعطى البروتينات الرئيسية المكونة لبروتينات التخزين.

جدول (١): البروتينات الرئيسية المكونة لبروتينات التخزين فى الحبوب.

نوع الحبوب	٪ من البروتين الكلى				بروتين كلى فى الدقيق*
	البيومين	جلوبيولين	برولامين	جلوتين متبقى	
أرز	٥	١٠	٥٠	٨٠	٧,٣
	آثار	٨ – ٢	٥ – ١	٩٠ -- ٨٥	١١
بر/قمح	٥	١٠	٦٩	١٦	
	٥ – ٣	١٠ – ٦	٥٠ – ٤٠	٤٠ – ٣٠	
ذرة	٤	٣	٥٥	٤٠	٨,٠ – ٦,٥
* ذرة عالية الليسين	٢٠,٢		٢٤,٤ – ١٤,٦	٥٣,٢ – ٤٦,٢	-
شعير	١٣	١٢	٥٢	٢٣	٨,٤
	٥ – ٣	١٢ – ١٠	٤٥ – ٣٥	٤٥ – ٣٥	
شوفان	١	٧٨ – ٧٠	١٦ – ١٠	٥	١٣,٨
	١	١٣	١٨	٦٨	٦,٥
* شيلم	٤٤,٤ – ١٥,٢	١٨,٥ – ١٠,٢	٤٠,٢ – ٢٠,٩	٢٦,١ – ٢٤,٥	

كل القيم من Lookhart ماعدا التى عليها علامة * فهى من Eliasson

ويلاحظ أن النسب تختلف حسب المرجع.

كذلك تختلف الأصناف المختلفة من نوع الحبوب الواحد فى الطراز العجينى (المجموعة الوراثية) genotype لذا فإنه يمكن للتفرقة بين الأصناف دراسة هذه البروتينات التى توجد فى أشكال متعددة من حيث الحجم والشحنة. وإستخدام هذه الإختلافات فى التفرقة بين الأصناف يغنى عن إجراء الإختبارات الكيموحيوية والمورفولوجية العديدة فى هذا المجال وبذا يوفر وقتاً ثميناً لكل من الزارع والقائم بالطحن أو الخبز أو عمل البيرة والذين يودون معرفة خواص هذه الأصناف لضمان إستخدام الصنف المناسب لغرضهم سواء كان عمل خبز أو كيك أو منتجات العجائن أو بسكويت حلو أو مالح وما إلى ذلك.

ومن طرق التفرقة إستخدام الإستشراد الكهربى وإستخدام الكروماتوجرافيا السائلة عالية الأداء (ك.س.ع.أ HPLC).

القيمة الغذائية

تحتوى بروتينات الحبوب على كميات معقولة من الأحماض الأمينية الضرورية فيما عدا الليسين إذ هو الحمض الأمينى المحدد limiting إلا أن إستهلاك الحبوب مع البقول تكمل بروتينات أحدهما بروتينات الأخرى.

أنظر: بروتين (القيمة الغذائية)، بقول، جليادين، جلوتيلين، جلوتين وكل محصول على حده (أرز، بر/قمح ...).

بروتينات القمح/البر wheat proteins

(Eliasson)

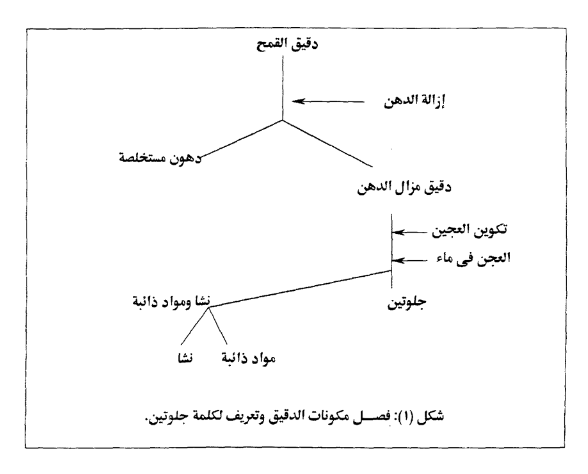
تتراوح نسبة البروتينات فى القمح مابين ٧-٢٠٪. والعلاقة بين محتوى البروتين وحجم الرغيف علاقة طولية/مستقيمة linear على الأقل مابين ٩ – ١٨٪ محتوى بروتينى وقد يلزم محتوى ٦-٨٪ بروتين ليكون هناك طور مستمر بروتينى فى العجين، ولكن لاترجع أهمية البروتين فى الخبيز لكميته فقط بل أيضاً لجودته quality وتنفرد بروتينات القمح بين بروتينات الحبوب الأخرى بخواص اللزوجة المرنة viscoelastic ومقدرتها على الإحتفاظ بالغاز gas-holding.

تكوين بروتينات القمح

يرجع عدم الفهم الكامل لدور بروتينات القمح فى الخبز إلى سببين: تعقد تكوينها وخواصها الفيزيقية وتعطى المراجع المختلفة نسباً مختلفة لمكونات البروتين فى القمح ومنها مافى الجدول الآتى:

	ألبيومين ٪	جلوبيولين ٪	جليادين ٪	جلوتينين ٪	متبقى غير ذائب ٪
مرجع ١	١٥	٣	٣٣	١٦	٣٣
مرجع ٢	١٤,٧	٧,٠	٣٢,٦	٤٥,٧	غير مقدر

وإذا خلط دقيق القمح مع الماء لعمل العجين مخفف يتكون كتلة متماسكة cohessive هي وغسل الخليط في زيادة من الماء أو محلول ملحي مايعرف بإسم الجلوتين



شكل (١): فصـــل مكونات الدقيق وتعريف لكلمة جلوتين.

كما تطلق أسماء بروتينات الجلوتين وبروتينات التخزين في القمح على الجلوتين أيضاً. ويختلف تركيب الجلوتين المحضر يا ومن أمثلة ذلك ما في جدول (٢).

جدول (٢): تركيب الجلوتين المحضر تجارياً.

عينة	ماء ٪	بروتين ٪	دهن ٪	نشا ٪	بنتوزانات ٪	ماء ٪
١	٧,٥	٧٧,٤	٥,٨٠	غير مقدر	غير مقدر	٠,٦٩
٢	٦,٤	٧٧,٥	٥,٧٠	٩,٤	غير مقدر	٠,٧٣
٣	غير مقدر	٧٧,٠	١,١٥	غير مقدر	١,٤٢	٠,٩٠

البروتينات الذائبة

إن البروتينات الذائبة التى يحصل عليها كما فى شكل (١) تحتوى أيضاً أيونات وببتيدات وأحماضاً أمينية وبنتوزانات ذائبة وبروتينات كربوايدراتية glycoproteins وبالنث dialysis يمكن التخلص من المكونات ذات الوزن الجزيئى المنخفض وتترسب الجلوبيولينات ويحصل على الألبيومينات بالمعاملة الحرارية ويبقى فى السائل الطافى supernate البنتوزانات الذائبة فى الماء والبروتينات الكربوايدراتية.

ويتأثر تكوين البروتينات الذائبة بكثير من العوامل منها طبيعة النسيج ونوع المذيب ونسبة الدقيق إلى المذيب. ويدخل فى تركيب هذه البروتينات ماياتى:

أنزيمات: ألفا أميلاز ، بيتا أميلاز، بروتياز، بوليولاناز pullulanase، ليباز، فوسفاتازات (مثل الفيتاز)، ليبوكسيجيناز، عديد فينولوكسيداز polyphenoloxidase، أكسيدوريدكتاز (مثل بيروكسيداز وكتالاز).

مثبطات أنزيمات: للكيموتربسين، مثبطات ألفا أميلاز/سبتليسين α-amylase/subtilisin، مثبطات ألفا أميلاز/تربسين α-amylase/trypsin، مثبطات تربسين الجنين.

بروتينات دهنية lipoproteins: بيوروثيونينات purothionins، بروتينات س م CM-proteins (chloroform – methanoil)، ليجونين ligonin كب بروتين "S" protein وهى تأتى من الأغشية membranes.

لكتينات lectins: مثل الأجلوتينين/ملززات agglutinin وهى تعمل على مقاومة الأمراض.

بروتينات التخزين storage proteins: مثل الجلوبيولينات globulins.

بروتينات الجلوتين glutin proteins: بروتينات الجلوتين هى بروتينات التخزين الأساسية فى سويداء القمح. وهى غنية فى الجلوتامين والبرولين وفقيرة فى الليسين والأرجينين. ويمكن إعتبار الجلوتين خليطاً يحتوى أوزاناً جزيئية من ٣٠٠٠٠ إلى ربما ٢٠مليون ولكنه يقسم إلى جليادينات وجلوتينيات (جدول ١).

جليادينات gliadins: يمكن تعريف الجليادينات بأنها بروتينات القمح الذائبة فى الإيثانول المائى تبعاً لطريقة أوزبورن Osborne للإستخلاص. وهى مجموعة غير متجانسة فبالإستشراد الكهربى أمكن الحصول على ألفا α، بيتا β، جاما γ وأوميجا ω جليادينات ونسبة الأوميجا ٨ – ١٣٪ من البروتين بينما نسبة الألفا والبيتا والجاما تتراوح مابين ٣٤ – ٤٨٪ ومعظم الجليادينات لها وزن جزيئى مابين ٣٠٠٠٠ – ٤٠٠٠٠ ولكن الأوميجا لها وزن جزيئى ٦٠٠٠٠ – ٨٠٠٠٠ وربما أكثر وهى جميعاً تحتوى نسباً عالية من الجلوتامين والبرولين. كما أنها تحتوى نسباً عالية من متبقيات الأحماض الأمينية

الكارهة للماء hydrophobic مما يجعل البروتين قليل الذوبان في الماء. وترتيب sequence الأحماض الأمينية في بعض الجليادينات معروف. وتكوين الجليادين يميز صنف القمح فنمط الجليادين لايتأثر بظروف النمو أو محتوى البروتين الكلي أو بالإنبات مما يمكن من إستخدامه في التعرف identification على أصناف القمح. وربما وجد في صنف واحد من القمح ٢٠ -٢٥ جليادينا مختلفاً.

والمستخلص الإيثانولي للدقيق يحتوي على ١٠٪ مواد غير بروتينية ٠,٦٪ منها كربوأيدرات، ٩,٤٪ دهون. وربما أدى ذلك إلى أن يصف البعض الجليادينات على أنها معقدات بروتين-دهن.

جلوتينينات glutenins: تبعاً لتقسيم أوزبورن فإن الجلوتينينات هي البروتينات التي تبقى بعد إستخلاص الألبيومينات والجلوتيولينات والجليادينات وهي تمثل ٤٠ - ٥٠٪ من البروتينات الكلية (جدول ١). وربما بلغ وزنها الجزيئي ٢٠مليونا. وهي متجمعات تتكون من جسيمات كروية. وتقسم تحت وحدات الجلوتينين إلى قسمين: تحت وحدات ذات وزن جزيئي منخفض (و.ج.م LMW) وتحت وحدات ذات وزن جزيئي عالي (و.ج.ع HMW) وإن أضاف البعض تحت وحدات متوسطة الوزن الجزيئي (و.ج.و MMW). و (و.ج.ع) لها وزن جزيئي يتراوح مابين ٥١٠٠٠- ٩٠٠٠٠ بينما (و.ج.م) وزنها يتراوح مابين ٣٠٠٠٠ - ٥١٠٠٠ وإن إختلفت هذه الأرقام حسب طريقة التقدير.

وقد وجد دوران بيتا β-turns في بعض هذه تحت الوحدات وربما كان هذا هو سبب مرونة elasticity الجلوتينينات. وترتبط تحت وحدات الجلوتينين مع بعضها عن طريق روابط بيكبريتيد وإلى جزيئات الجلوتينين المتبلرة الكبيرة. ولكن عدد روابط كب-كب غير معروف بالضبط. وقد أقترح أحدهم أن تحت الوحدات ترتبط بتركيب صفائحي sheeted structures مما يساهم في إعطاء سلوك سائل متبلر liquid crystalline للعجين. ولكن تكوين جزيئات الجلوتينين وترتيب تحت الوحدات فيها غير معروف.

ويعتقد البعض أن جزيئات الجلوتينين تتبلمر أثناء التخليق في البرة/الحبة kernel بينما يرى البعض الآخر أن التبلمر يحدث عندما تتعرض تحت وحدات الجلوتينين للهواء أثناء الطحن وبعد ذلك أثناء خلط العجين (أو تحضير الجلوتين) وأن الأصناف القوية فقط هي التي بها تحت وحدات يحدث بها بلمرة بعد ذلك أي يتقوى الجلوتين بالأكسدة.

الأهمية في الخبز

لايبدو أن الجليادينات ذات أهمية حسيمة في الخبز والإرتباط مابين حجم الرغيف ونسبة الجلوتينين أحسن منه عما هو في حالة الجليادينات ولاتوجد علاقة بين نمط الجليادين والسلوك في الخلط.

وتؤثر الجلوتينينات على الخبز في: نسبة الجليادين/جلوتينين، توزيع الوزن الجزيئي للجلوتينين، ووجود تحت وحدات جلوتينينات

و.ج.ع HMW وهى تؤثر على إحتياجات الخلط وقد تؤثر على حجم الرغيف.

تركيب جل الجلوتين

نسبة الجليادين/جلوتينين

أن نسبة عالية من الجلوتينينات تسمح بخَبْز أحسن. وإذا زيدت نسبة الجلوتينين فإن متطلبات الخلط تزيد أيضاً ويحتاج الأمر إلى وقت أطول للوصول إلى قمة (فى منحنى الخلط مثلاً mixogram) ولكن عندما تزداد نسبة الجليادينات يحدث العكس وبتغيير نسبة الجليادين : جلوتينين بحيث تزيد نسبة الجليادين فإن حجم الرغيف يقل. ولكن فى دقيق القمح الجيد يوجد مدى واسع من نسب الجليادين : جلوتينين لايتأثر فيه حجم الرغيف. ولتفسير أهمية نسبة جليادين/جلوتينين فقد أقترح أن الجليادينات تعمل كملدنات plasticizer للجلوتينين. وتساعد الجلادينات فى إذابة أو تشتت الجلوتينينات. فالجليادين يوقف interrupt تفاعلات الجلوتينين-جلوتينين وبذا يضعف الجلوتين. ولكن كثرة الجلوتينين تؤدى إلى جل متيبس stiff ممايمكن أن يمنع تمدد خلايا الغاز.

تركيب جل الجلوتين gluten-gel structure

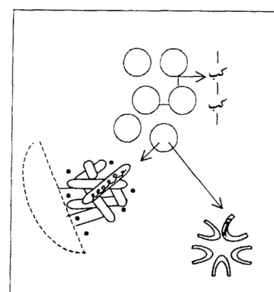
تتميز بروتينات التخزين فى القمح بإستطاعتها الإنتفاخ فى الماء إلى طور يعرف جيداً well-defined phase والذى يمكن أن يوجد فى توازن مع طور ماء خارجى outside water-phase وعلى ذلك فهى تسلك – فى هذا الشأن – مسلك الدهون.

أن تحت وحدات الجلوتينين غنية فى دورات بيتا β-turns وقد أقترح أن تكرار دوران بيتا ينتج عنه تكون حلزون بيتا β-spiral. وهذا التركيب يعتقد أنه هو سبب مرونة الألاستين ويمكن لنفس التكيف conformation أن يوجد فى جل الجلوتين وكلاهما ذو خواص مرنة. كذلك فإن دراسات المجهر الاليكترونى تشير إلى وجود مركز/قلب core مع حلزونات بيتا β-spirals فى الوحدات التركيبية لجل الجلوتين. وفرد مثل هذا الجزىء يعطى توجيها orientation ويمزق disrupt حلزونات بيتا ولكن التكيف الحلزونى spiral conformation يرجع ثانية بعد إزالة الضغط stress (الفرد).

والتسخين على ٩٥°م لعدة دقائق يؤدى إلى فقد الإلتصاقية adhesiveness فى الجل وربما أعتبر هذا تحولاً من جل ← كوجل (ويصف المؤلفون هذا التغير كمسخ denaturation) وقد أظهرت دراسات المجهر الأليكترونى أن مظهر الجل كان كما هو حتى بعد معاملة حرارية على ٩٥°م لمدة ٣٠ق وفقدت فيها قدرة التماسك cohesiveness. ويزيد الربط بالبيكبريتيد بالحرارة. ويحدث هذا فى الطور المائى المستمر بين الجزيئات ولكن يمكن أن يحدث أيضاً فى الجزيئات intramolecular مما يجعل وحدات التركيب الكروية globular أقل قابلية لفقد الشكل less deformable. وهذا يتفق مع ماهو معروف عن أماكن روابط كب-كب بين الجزيئات عادة عند نهايات سلاسل الببتيد فى وحدات (و.ج.ع HMW) وروابط كب-كب داخل الجزيئات فى

(و.ج.م LMW) ويظهر هذا الشكل المقترح لجل الجلوتين فى شكل (٢).

ويعتقد مقترحوا هذا التركيب أن الجليادينات بسبب حجمها الصغير ومحتواها الأصغر من حلزونات بيتا تعمل كمالئات فراغ space fillers وتساهم أقل فى المرونة.



شكل(٢): تركيب جل الجلوتين المقترح

ويظهر القلب الكاره للماء للجزيئات الكروية وكذلك حلزونات بيتا. ويظهر كوبريان بيكبريتيد فى ببتيد الطور المستمر المائى. وتظهر بعض حلزونات بيتا وتظهر الجزيئات ذات شكل القضبان إلى أسفل. وإلى اليسار يظهر تكيف conformation قضبان متيبسة تتنافذ/تتقاطع فى ثلاثة إتجاهات لتكون تجمع غروى (لجزيئات) micelle. وإلى اليمين يظهر بعض القضبان مثنية لتملأ الفراغات (حيث تظهر النهايات القطبية polar ومحاور حلزونات بيتا).

أنظر: بر/قمح، جلوتين

بروتينات الحبوب الأخرى (Eliasson)

يعطى الجدول (١) (بروتينات حبوب) نسب البروتينات المختلفة فى الحبوب المختلفة. وهى تظهر الإختلافات فى توزيع هذه البروتينات فى القمح وكذلك فى غيره من الحبوب وربما تأثرت هذه النسب بطريقة الإستخلاص والتقدير.

كذلك تختلف هذه البروتينات فى الأحماض الأمينية التى تدخل فى تركيبها فالقمح يحتوى على نسبة عالية جدا من الجلوتامين/حمض الجلوتاميك ويوجد نسب عالية من الجلوتامين فى الشيلم والشعير بينما هذا نسبته أقل فى الشوفان والأرز والذرة. ويتشابه كل من القمح والشيلم والشعير فى محتواها من البرولين. والحبوب الأخرى بها نسبة أقل منه. بينما القمح به ليسين أقل من الشوفان والأرز.

أ- البرولامينات والجلوتينيلات

prolamins & glutelins

يوجد تشابه فى نسب الأحماض الأمينية جلوتامين/جلوتاميك والبرولين والجليسين والسستئين بين القمح والشيلم والشعير بينما يشذ الأرز والذرة فى تكوين الأحماض الأمينية وتقع برولامينات وجلوتينيلات الشوفان بين المجموعتين السابقتين. وعلى ذلك فإن تكوين الأحماض الأمينية لايفسر خواص الخبز السيئة للشيلم والشعير بالنسبة للقمح. وفوق ذلك فإن هناك تشابه تركيبى وتجانسى وراثى genetic homology بين بروتينات التخزين فى القمح والشيلم والشعير وكلها بها عدة ببتيدات لها تركيب متشابه. وتسمى البرولامينات - وهى أكثر البروتينات الذائبة

دراسة- جليادينات gliadins في القمح وسيكالينات secalins في الشيلم وهوردينات hordeins في الشعير ، وأفينينات في الشوفان، وزيينات في الذرة. وفي الشعير والشيلم البروتينات لها وزن جزيئي من ٣٥٠٠٠ - ٧٥٠٠٠ مع تحت وحدات عالية الوزن الجزيئي (و.ج.ع HMW) قد تكون أكثر من ٩٠٠٠٠ بينما الزيين وزنه الجزيئي أقل كثيرا (٢٠٠٠٠) والبرولامينات في الشوفان لها وزن جزيئي من ٢٣٥٠٠ ، ١٥٥٠٠ ومكون صغير وزنه الجزيئي ٣٦٠٠٠. وفي الأرز البرولامينات وزنها الجزيئي ٢٣٠٠٠ أو أقل. والنمط المتحصل عليه من sodium dodecyl sulfate polyacrylamide (SAS-PAGE) إستشراد كهربي على جل عديد الأكريلاميد-كبريتات دوديسايل الصوديوم (ش.ك.ع.أ.ك.د.ص) gel electrophoresis مميز لكل صنف ويمكن إستخدامه في التشخيص identification. والـ ج-هو ردين C-hordein في الشعير خال من السستئين ويحتوى على أقل من ٥٪ جزيء mol من أحماض أمينية عليها شحنة. والتركيب الثانوى له secondary structure خال من حلزون ألفا أو تركيب صفائح بيتا α-helix or β-sheets ولكن به دورانات بيتا β-turns متكررة بإنتظام. وهو يتكون من نهاية كربوكسيلية C-terminal ونهايات نتروجينية يفصلها منطقة تتابعات متكررة respective sequences وقد أقترح أن البروتين له شكل قضيب rod-shaped وأن به ٤٤٠ متبقي وأنها توجد فيما عدا ثمانية منها توجد كببتيدات خماسية أو ببتيدات ثمانية. وقد أقترح أن ج-هورديين يتكون من حلزون بيتا ممتد extended β-spiral وتتكون تجمعات البروتين خلال روابط بيكبريتيد.

وحتى رغم مقدرة البرولامينات والجلوتيلينات في الشيلم والشعير على تكوين تجمعات في جزيئات كبيرة فإنها ليس لها المقدرة على تكوين جل جلوتين وهي تشبه في ذلك كل الحبوب الأخرى فيما عدا القمح بالطبع. وجلوتينيلات الحبوب غير القمح ليس لها خواص جلوتينينات القمح اللازمة للخبيز الجيد. وفي هذا المجال ربما كان الشيلم أقرب في جلوتيليناته لجلوتينين القمح عن أي جلوتيلينات أخرى.

ب- الألبيومينات والجلوبيولينات

توجد الألبيومينات والجلوبيولينات في كل الحبوب ماعدا الشوفان أساسا في الجنين وطبقات الأليورون. وهي تتكون كما في القمح من خليط من بروتينات مختلفة بمافيها إنزيمات الأيض. ويوجد الجلوبيولين في الشوفان في بروتينات التخزين ويبلغ الوزن الجزيئي المتجمع aggregated للجلوبيولينات ٣٠٠٠٠٠. وهي لها تحت وحدتين ٣٢٠٠٠ - ٣٦٠٠٠ (شريط بيتا β-band)، ٢٢٠٠٠ (شريط ألفا α-band) وترتبط هاتان تحت الوحدتين برابطة بيكبريتيد وستة من من هذه الأزواج pairs تكون جلوبيولين الشوفان. أي أنه سداسي الوحدات hexamer يتكون من ستة ألفا وستة بيتا تحت وحدات عن طريق روابط غير تساهمية noncovalent.

وتكوين جلوبيولينات الحبوب يشابه من حيث محتواه من الأحماض الأمينية تكوين بروتينات التخزين في البقول.

والشيلم به نشاط أنزيمي كبير: أميلازات وبروتيوزات ويميز نشاط الأميلوز الشيلم لأنه حساس جداً للتنبيت في الحقل field sprouting.

ويوجد بيتا أميلاز ذائب في الشعير يتجمع aggregate مع بروتين ى Z-protein والذى لايتأثر كثيراً أثناء النتش malting وتحضير البيرة brewing ويوجد في البيرة.

٢- الخواص الفسيوكيماوية لبروتينات الحبوب الأخرى

أ- السلوك الإنسيابي: لأنه ليس من الممكن تحضير جلوتين من الحبوب غير القمح فليس هناك مقاييس للخواص الإنسيابية لمعقد البروتين من هذه الحبوب على أن هناك قياسات للزوجة الداخلية η intrinsic viscosity للهوردينات ولبروتينات الشعير.

ب- السلوك الحراري thermal behavior:

تمت دراسة السلوك الحراري لبروتينات الشوفان بواسطة differential scanning calorimetric thermograms (DSC)

قياس معدل إمتصاص الحرارة (ق.ع.م.ج) ووجد أن البرولامينات والجلوتيلينات تشبه الجلوتين في أنها ليس لها قمم peaks يمكن قياسها. ولكن الألبيومينات والجلوبيولينات تمسخ denature على درجة حرارة عالية ودرجة حرارة المسخ دم T_d للألبيومينات كانت حوالى ٨٧°م وللجلوبيولينات حوالى ١١٠°م . وجلوبين الشوفان مسخ في محلول منظم من ٠,١ جزيئى M فوسفات ٠,١ جزيئى M ص كل على رقم جيد ٧,٤ وكانت درجة حرارة مسخه دم ١١٤,٢°م ويعتقد أن المسخ يتضمن فرد unfolding فقط وأن التبادل بين كب يد : كب كب SS : SH له أهمية صغيرة. ويظهر ذوبان جلوبيولينات الشوفان على درجات حرارة عالية في ثباتها للحرارة ففي محلول ١٪ بروتين في ٠,٠١ جزيئى M فوسفات منظم (رقم جيد ٧,٤) لم يترسب إلا أقل من ١٠٪ من البروتين بعد التسخين على ١٠٠°م لمدة عشر دقائق. وإذا زيدت درجة حرارة التسخين إلى ١١٠°م يترسب ٥٠٪ من البروتين في ١٥ دقيقة، ٧٠ - ٧٥٪ بعد ٦٠ دقيقة.

ج- خواص السطح surface properties:

نفس البسط السريع للبروتين spreading مع تكون لييفات fibrils عندما يوضع دقيق القمح عند سطح بيني هواء/ماء air/water interface يحدث أيضاً مع بروتينات الحبوب الأخرى. ويتكون عدد أقل من اللييفات مع الشيلم والتريتيكال. ولايتكون أى لييفات مع الذرة أو الأرز أو الشعير في قطاعات السويداء. ويكون دقيق الذرة شبكة network عند بسطه spread على الماء ولم تختلف هذه الشبكة عن الشبكة التى يكونها الجليادين.

وعند بسط دقيق الشيلم (بالرش جافاً) عند السطح البيني هواء/ماء مع مادة ذات نشاط سطحي فإنه بُسِطَ بسرعة جداً وكان الإنخفاض في الضغط السطحي (π) surface pressure أسرع كثيراً

فى حالة دقيق الشيلم عنه فى حالة دقيق القمح وتم الوصول إلى قيمة التوازن بصورة أسرع أيضاً. وإذا بسط دقيق الشيلم على محلول حمض أسكوربيك كانت قيمة (π) الضغط السطحى مساوية لتلك التى يحصل عليها عند بسطه على ماء مقطر ولكن إنهار دقيق الشيلم فى الطحن millstreams تسلك مسالك مختلفة فى هذا المجال مع حمض الأسكوربيك فتلك التى نسبة البروتين فيها منخفضة جداً (٣,٥٪) تأثرت كثيراً بحمض الأسكوربيك فى حين أن تلك التى أحتوت على نسبة عالية من البروتين لم تتأثر أبداً بحمض الأسكوربيك.

وكانت مقدرة الإرغاء لبروتينات الألبيومين أعلا من أى بروتينات أخرى فى الشوفان وكانت الجلوتيلينات أقلها. وكانت مقدرة الإرغاء للألبيومينات تقارن comparable لألبيومين البيض السائل. ولأن الزيين – وهو جزىء عصوى وبه محتوى عال من حلزون ألفا α-helix – له مقدرة كبيرة على تكوين فلم فإن هذه المقدرة تستخدم فى تطبيقات التغطية coating applications.

(تقدير) جودة الحبوب ومنتجاتها

quality (evaluation) of cereals and cereal products

الخواص المستخدمة فى تقدير جودة الحبوب ومنتجاتها فى الولايات المتحدة يمكن تقسيمها إلى كيماوية وإنزيمية وطبيعية وهذه الطرق هى:

(Rasper)

طرق وافقت عليها جمعية كيماويى الحبوب الأمريكية(ج.ك.ح.أ)

approved methods of the American Association of Cereal Chemists (AACC)

و/أو مقاييس الجمعية الدولية لكيمياء وتقنية الحبوب (ج.د.ح)

standards of the International Association for Cereal Chemistry and Technology (ICC)

أ- الإختبارات الكيماوية chemical testing

١- الرطوبة moisture

سلوك الحبوب فى أثناء التخزين والطحن يتأثر كثيراً بنسبة الرطوبة. ونسبة الرطوبة تؤثر أيضاً على القيمة الحفظية للدقيق ومنتجات الخبيز. ومعرفة نسبة الرطوبة ضرورى لمقارنة معلومات الإنتاج على مستوى جوامد جافة متماثل وللإنصياع للوائح الحكومية ولذكر نسب التكوين المنوية على أساس نسبة رطوبة ثابتة وهذه هى ١٤٪ فى أمريكا الشمالية أما فى أوروبا فهى تذكر على أساس جوامد جافة.

ولما كانت طرق تقدير الرطوبة المختلفة تعطى نتائج قد تتباين فإنه من المهم إذا كان هناك إتجاه للمقارنة أن تجرى الإختبارات بنفس الطريقة أو يستخدم عامل تصحيح مناسب proper correction factor.

و (ج.د.ح) تعرف نسبة الرطوبة فى العينة بأنه الفقد الذى يحدث فى المادة عندما تتوازن فى جو غير رطب anhydrous atmosphere على درجة حرارة تتراوح مابين ٤٥ – ٥٦°م وضغط قدره (١,٣ – ٢,٧ كيلوباسكال kPa) ١٠–٢٠ مم زئبق.

٢- البروتين protein

يقدر البروتين بطريقة كلداهل أو أحد تحويراتها. ويستخدم عامل مناسب ٥,٧ للقمح، ٦,٢٥ لمعظم الأغذية والأعلاف.

كذلك قد تستخدم مقدرة بعض الأحماض الأمينية على الإتحاد بصبغة معينة. أو تستخدم طرق إنعكاس الأشعة القريبة من تحت الحمراء (ش.ق.ت.ح) (NIR) near-infrared reflectance spectroscopy.

وتؤثر كمية وجودة البروتين على الخواص الفسيوكيماوية physicochemical للدقيق والعجين. ويرجع ذلك إلى البروتينات المكونة للجلوتين فإن تقدير البروتين يستكمل بتقديرات كمية الجلوتين الجاف والمبتل wet & dry gluten والفرق بين وزن الجلوتين قبل وبعد التجفيف يعتبر تقديراً تقريبياً لقدرته على التميؤ hydration.

٣- المحتوى من المعادن mineral content

المحتوى من المعادن أو الرماد ash يعمل كدليل لدرجة فصل السويداء النشوية عن الردة أثناء الطحن. فبجانب إستخدام الرماد كقرينه لتقسيم الدقيق لأنواع الطحن المختلفة فهو يستخدم لضبط عملية الطحن كلها. وفى بعض الطرق يقدر المتبقى بعد الحرق الكامل incinerating للعينة ولكن تختلف ظروف الحرق من مادة إلى أخرى ومن طريقة إلى أخرى. وللتقديرات السريعة يمكن إستخدام الـ(ش.ق.ت.ج) NIR.

٤- الألياف fiber

هناك إرتباط قوى بين محتوى المعادن والألياف وكلاهما له علاقة بمقدار الردة فى العينة (حبة أو دقيق). وكان من المعتاد ذكر الألياف كألياف خام crude fiber وحديثاً تذكر كألياف غذائية dietary fiber والذى يعنى المتبقى الذى لاتهضمه إنزيمات الهضم فى الإنسان.

وهناك طريقة مبنية على تأثير الأميلاز ومنظف متعادل neutral detergent لتشابه فعل عملية الهضم فى الأوعية الزجاجية *in vitro* لتقدير الألياف الغذائية غير الذائبة insoluble dietary fiber. ولتقدير الألياف الغذائية الكلية شاملة الأجزاء الذائبة وغير الذائبة تستخدم الطريقة الإنزيمية (إنزيمات أميلوليتية وبروتيوليتية). والألياف الغذائية الكلية تزيد مثل الألياف الخام فى الدقيق بزيادة نسب الإستخلاص.

٥- النشا starch

النشا هو المكون الرئيسى لكل الحبوب ومنتجاتها ولكن فى إختبار الجودة المهم الإنتباه للحالة الطبيعية physical لحبيبة granule النشا أكثر من كمية النشا. فدرجة التلف الطبيعى الذى قد تعانى منه الحبيبة أثناء الطحن هو الأكثر أهمية . ويمكن قياس هذا التلف بالصبغ أو التحليل الأميلوليتى أو استخدام مادة تفاعل من اليود iodine reagent على مستخلص من الدقيق يحتوى على الأميلوز أو يستخدم الأمبيرومتر لقياس معدل امتصاص اليود بواسطة حبيبة النشا.

كما توجد طرق لتحليل الدقيق لمواد التبييض المضافة وكذلك لمواد الانضاج maturing agents فيحلل لبيروكسيد الأسيتون وبيروكسيد البنزويل وثانى أكسيد الكلور وبرومات البوتاسيوم وبيركبريتات الأمونيوم والأزوديكاربونامايد azodicarbonamide.

ب- اختبار النشاط الانزيمى
testing enzymatic activity

عند إجراء هذا الاختبار فإن نشاط انزيمات حلمأة النشا تعتبر ذات أهمية أولية. وفى الحبة السليمة توجد كمية صغيرة من انزيم الألفا α أميلاز ولكن نشاط هذا الانزيم يزيد بدرجة ملحوظة خلال فترة انبات ماقبل ومابعد الحصاد pre or postharvest germination. ويرغب فى مستوى من هذا النشاط فى دقيق القمح لانتاج غاز كاف خلال التخمر والمراحل الأولى لخبيز العجائن المضاف إليها خميرة. فإذا لم يكن تركيز الألفا أميلاز كافياً فيستعان بمستحضرات من النتيشة أو الفطر fungi أو البكتريا. ولكن المستويات العالية له تؤثر سلبياً على جودة كل من العجينة والمنتج النهائى المخبوز. وبالعكس فالبيتا β أميلاز يوجد بكميات أكبر حتى فى الحبوب السليمة ولكن تبقى الكمية غير متغيرة تقريباً أثناء الانبات ولذا فإن طرق تقدير النشاط الأميلوليتى تعتنى أساساً بنشاط الألفا أميلاز. وهناك طرق لونية مختلفة لهذا التقدير أو تقدر السكريات المختزلة الناتجة أو يقدر الغاز الناتج وهنا يكون التقدير لكل من الألفا والبيتا أميلاز ومقدار التلف لحبيبة النشا أو تقدر اللزوجة.

وربما احتوت بعض مستحضرات الأميلاز كميات ملحوظة من الانزيمات البروتيولوتية التى تقدر بقياس مقدار النتروجين الناتج من هيموجلوبين منظم buffered بتأثير الانزيم الموجود فى الدقيق بطريقة كلداهل أو يقاس الهيموجلوبين المذاب solubilize بالمطياف الضوئى spectrophotometer. وقد تؤدى طرق التخزين السيئة إلى نشاط الليبازات خاصة فى المواد ذات المحتوى العالى من الدهن ويقاس نشاطها بتقدير الأحماض الدهنية الحرة.

جـ- الإختبارات الطبيعية physical testing

١- إختبار الحبوب طبيعياً
physical grain testing

أ- إختبار الوزن test weight: إختبار الوزن يقاس بوزن الحبوب فى وحدة الحجم وهو أبسط الإختبارات وأوسعها إستعمالا كقرينه لجودة الحبوب. وبالرغم من أن هناك عوامل كثيرة تؤثر على العلاقة بين إختبار الوزن وإتاء الطحن فإن الأخير يزيد عادة بزيادة أختبار الوزن حتى ٧٥ رطل/بوشل. فى الولايات المتحدة يستخدم بوشل ونشستر Winchester = ٢١٥٠,٤٢ بوصة³.

البوشل الأمبريالى Imperial = ٢٢١٩,٣٦بوصة³

فى النظام المترى يستعمل الكيلوجرام فى الهكتولتر hectoliter

وللتحويل

من	إلى	إضرب فى
رطل/بوشل ونشستر	رطل/بوشل امبريالى	١,٠٣٢
رطل/بوشل ونشستر	كجم/هكتولتر	١,٢٨٢
رطل/بوشل امبريالى	كجم/هكتولتر	١,٢٤٧

ب- صلابة الحبة hardness of grain: صلابة الحبة مقياس نسبى للتفرقة بين القمح الطرى والقمح الصلد وكذلك تستخدم هذه القرينة لقياس الذرة للصلابة وقابلية الكسر. وفى إختبار الحبة الواحدة يدخل الإحتكاك abrasion والقطع cutting والهرس crushing أو الإختراق penetration.

وفى إختبارات الحجم bulk تقدر الصلابة بالقوة power أو الزمن time اللازم لطحن كمية معينة من الحبوب من الكمية التى تم إحتكاكها abraded أو من حجم جسيم المادة المطحونة، وهذه الأخيرة تقدر بالطحن أو الترسيب sedimentation أو الطرد المركزى centrifugation أو طرق حيود الضوء -light diffraction أو عد كولتر Coulter أو قياس الطيف عند ش.ق.ت.ح NIR.

وفى القمح يؤخذ وزن الحبة – وزن ١٠٠٠ حبة بالجرام – وهو يعكس حجم الحبة وكثافتها density وتنبىء عن إتاء الطحن لأن الحبوب الكثيفة لها نسبة أعلا من مكونات السويداء إلى المكونات غير السويداء عن الحبوب الأصغر والأقل كثافة.

ويمكن التنبؤ بإتاء الطحن من حجم وشكل الحبة. وتبعاً لصبغة الردة (الغلاف الخارجى) يقسم القمح إلى أحمر أو أبيض وهذه خواص الصنف varietal characteristic ولكنها قد تتأثر بعوامل البيئة.

وفحص الحبوب للحبوب التالفة أو الشوائب جزء من تدريجها، وفى نظام ج.د.ح I.C.C المواد الدخيلة/العلث extraneous تسمى Besatz وتشمل الـ dockage والمواد الغريبة foreign والحبوب التالفة damaged والمنكمشة shrunken والمكسورة broken والحبوب من أقسام أخرى من القمح other classes.

جـ- الطحن التجريبى experimental milling: يعطى الطحن التجريبى معلومات مسبقة عن سلوك performance الحبوب المختبرة أثناء التصنيع. إما فى بحوث التربية فيمكن بالطحن التجريبى تقدير إمكانيات طحن الحبوب وكذلك جودتها فى الإستخدامات النهائية.

وقبل الطحن التجريبى تنظف الحبوب وتهيىء tempered وهناك أجهزة كثيرة للطحن وكلها تبنى على الطحن والغربلة وتختلف فقط فى المدى الذى تذهب إليه فى هذه العمليات. فمطحنة بيهلر للمعمل Bühler laboratory mill مطحنة مستمرة آلية مع نقل هوائى pneumatic conveying ونظام للطحن يتكون من ثلاث تكسيرات breaks وثلاث تقليل فى الحجم reductions وتنتج دقيقاً "موثوقاً" -straight grade مماثلاً فى الجودة للدقيق المطحون صناعياً، ولكن يحتاج إلى بعض التحويرات مثل إضافة منهى الردة bran finisher للوصول إلى نسب الإستخلاص التى تميز المنتجات الصناعية commercial products.

ومطحنة أخرى آلية هى مطحنة برابندر Brabender quadrumat senior تتكون من وحدتين كل منهما تتكون من أربع أسطوانات وإحداهما للكسر والأخرى لتقليل الحجم

reduction ومن منخل من جزئين two-section plansifter ولنفس الشركة جهاز أصغر يتكون من أربع أسطوانات كل منها لها قطر قدره ٣ بوصة ويصلح لطحن الكميات الصغيرة من القمح (حتى ٢٠جم).

ويفضل البعض المطاحن التجريبية التى تعمل بنظام الدفعات مثل مطحن اليس-تشالمرز Allis-Chalmers mill لسهولة ضبط طريقة الطحن على أساس الإختبار برؤية الناتج وكذلك الجودة أثناء إجراء الطحن quality of stocks throughout the mill flow.

وفى تقييم نتائج الطحن التجريبى يدخل عاملان فى الإعتبار: إستخلاص الدقيق flour extraction ورماد الدقيق فكلما كان الرماد منخفضا ولون الدقيق براقا brighter كلما كان القمح أكثر مناسبة للطحن. وتستخدم المعادلتان الآتيتان فى تقييم جودة طحن القمح wheat milling quality من معلومات الطحن التجريبية:

معدل الطحن = ٪ إستخلاص دقيق درجة "موثوق" – (الرماد × ١٠٠)

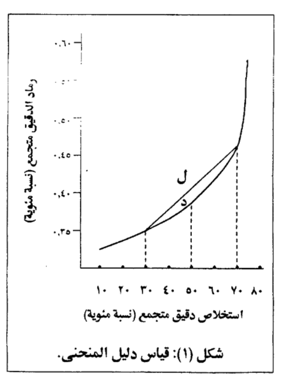
milling rating = % extraction of straight grade flour – (ash x 100)

قيمة الطحن = ٪ إستخلاص دقيق درجة "موثوق" – لون الدقيق كنت جونز

milling value = % extraction of straight grade flour – Kent Jones flour color

وتفضل معدلات طحن عالية وكذلك قيم طحن عالية.

ويمكن التأكد من جودة طحن مختلف الأقماح بمقارنة منحنيات رمادها التجميعية cumulative ash curves وتكون بترتيب أنهار الطحن mill streams ترتيبا تصاعديا بالنسبة لمحتواها من الرماد على أساس ثابت من نسبة الرطوبة وبتوقيع الرماد المتجمع ضد الإستخلاص plotting المتجمع cumulative extraction لكل خليط من أنهار الطحن المتتابعة successive blend mill streams. والأقماح التى تعطى أقل رماد للدقيق الأصلى (الأولى) initial flour ash وأقل معدل زيادة الرماد مع زيادة إستخلاص الدقيق هى المفضلة. ويمكن التعبير عن هذه المقارنة بقيمة عددية واحدة: دليل المنحنى curve index. فيرسم خط من نقطة إستخلاص ٣٠٪ على المنحنى التجميعى إلى نقطة إستخلاص ٧٠٪ (شكل ١). والمسافة عند نقطة إستخلاص ٥٠٪ من المنحنى إلى الخط المرسوم عند قياسها على زاوية قائمة على الخط المرسوم تسمى عمق د depth D وتستخدم فى حساب دليل المنحنى:



شكل (١): قياس دليل المنحنى.

دليل المنحنى = ل – ٢د
curve index = L – 2 D

حيث ل هى طول الخط بين نقطتى إستخلاص ٣٠٪ ، ٧٠٪ ودليل المنحنى المنخفض يدل على جودة طحن أحسن.

٢- إختبار لون الدقيق
flour color testing

إختبار لون دقيق القمح يجرى لتقدير بياضه whiteness الذى يحدد أساسيا مدى أكسدة الصبغات الكاروتينية بمركبات التبييض أو لبيان وجود جسيمات الردة. ويتم إختبار البياض على أساس قياس إنعكاس الضوء من عينة داخل المدى الأزرق لطيف الضوء. وبجانب تأثير مركبات التبييض فإنه يتم فى الدقيق أكسدة طبيعية أثناء التخزين وعلى ذلك فالقيم المقاسة تختلف تبعا لمدى التبييض وأيضا لعمر الدقيق age. والإرتباط بين قيم اللون فى المدى الأزرق للطيف ونسبة الرماد فى الدقيق محدود. وإذا كان يراد إستخدام اللون كمقياس للتلوث بجسيمات الردة فيحسن إستخدام جهاز قياس إنعكاس لمصدر الضوء فى مدى الحزمة الخضراء من الطيف. ومن بين هذه الأجهزة مدرج كنت جونز Kent Jones Grader وجهاز قياس اللون أجترون للأخضر Agtron color meter set on "green mode" وحديثا أستخدم أيضا محللات ش.ق.ت.ح NIR analyzers.

وهناك إختبار بسيط وتقريبى للون بالنظر. فيوضع الدقيق على قطعة مسطحة flat من خشب أو معدن ويضغط ويشذب trimmed ويغمس immersed فى الماء ويمكن أن يحكم على اللون عند عدة مراحل: ١- قبل الغمس فى الماء. ٢- بعد مدة قصيرة بعد الغمس فى الماء . ٣- بعد تجفيف الدقيق.

٣- أختبار العجينة الطبيعى
physical dough testing

إن الخواص الطبيعية للعجينة لاتحدد فقط سلوكها performance فى مختلف مراحل العملية التقنية ولكن لها أيضا تأثيرا ظاهرا على جودة المنتج النهائى. وقد صممت طرق تقييم الأقماح ودقيقها فى ظل مايمكن تسميته بـ "الثلاثة مراحل three-phase concept" الذى يعكس علاقة relevance كل خاصية طبيعية للعجين فى مراحل عملية الخبيز المختلفة (شكل ٢).

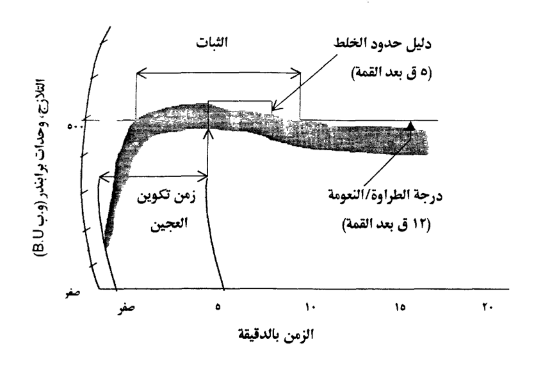
المرحلة الأولى فى طرق التقييم هذه تتعلق بسلوك العجينة عندما تتطور developed من دقيق وماء وتتعرض بعد ذلك للخلط الزائد overmixing. فيستعمل خلاط مسجل recording mixer لقياس وتسجيل التغيرات فى مقاومة العجينة للخلط مع الزمن. ومنحنيات الخلط المسجلة تتصف بجزء صاعد يبين التغيرات خلال عملية تكون العجين dough development بينما إنخفاض decline المقاومة بعد ذلك يفسر على أنه تكسر مطرد (مستمر) steady breakdown فى تركيب العجينة عند الخلط بعد أمثل تطور optimum development.

ومقياس تكـون وثبات تلازج العجيـــن لبرابنــدر Brabender farinograph هـو خـلاط عجـين dough mixer كثير الإستعمال. ويـدور سـلاحاه blades اللذان هما فى شكل حرف Z على سرعة ثابتة ولكن مختلفة ويخلط العجين بلطف على درجة حرارة ثابتة.

	المرحلة الأولى	المرحلة الثانية	المرحلة الثالثة
الوظيفة	خلط العجين	تغيير فى تركيب العجين بالتخمر والنضج	تجلتن اللب فى الفرن
طريقة القياس	مقياس تكون وثبات تلازج العجين farinograph	مقياس الامتدادية extensograph	مقياس قوة انزيمات الدقيق amylograph
نوع الرسم البيانى	K T منحنى تكون وثبات تلازج العجين	R E منحنى الامتدادية	B.Uو.ب مº منحنى قوة انزيمات الدقيق
مواصفات الدقيق التى يحصل عليها	امتصاص الماء، زمن الخلط، حدود الخلط tolerance، القوة العامة (دينامى تحت اساءة المكن)	علاقة التوتر strain/الضغط stress مبينا فعل الانضاج الموجود أو المطلوب. قوة عامة (ساكنة static)	خواص التجلتن فى الفرن
التصحيح الممكن	تغيير خليط القمح	التعتيق بالتخزين. مؤكسدات كيماوية وتهيئة بالحرارة	نتيشة محللة/مكسرة للنشا

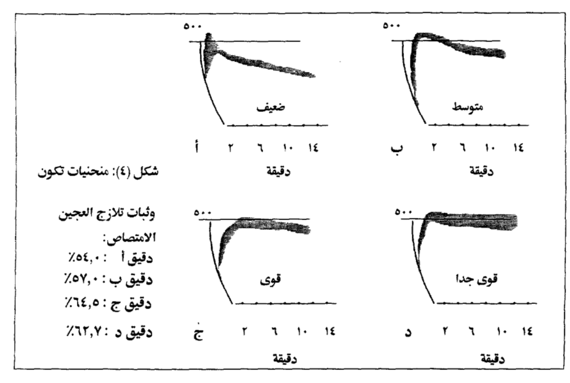
شكل (٢): نظام المراحل الثلاث فى الاختبار الطبيعى للدقيق.

والتسجيل الناتج يسمى منحنى تكون وثبات تلازج العجين (ك.ث.ل) farinogram (شكل ٣) ويبين الأدلة المقاسة حسب طريقة ج.د.ح I.C.C مثلاً. وطريقة ج.ك.ح.أ A.A.C.C تستخدم أدلة إضافية. ويعرف وقت الوصول arrival time بأنه الوقت اللازم لقمة المنحنى أن تصل إلى خط ٥٠٠ وحدة ك.ث.ل farinograph unit F.U على الرسم البياني chart وهو مقياس لمعدل أخذ (إمتصاص) الدقيق للماء take up. ووقت المغادرة departure time يساوى حاصل جمع وقت الوصول + الثبات stability. ويكون الدقيق أكثر قوة stronger flour كلما كانت أوقات الوصول والمقاومة أطول. ويقاس إنخفاض العشرين دقيقة twenty-minute drop بالفرق بين إرتفاع وسط (مركز) center المنحنى عند قمته peak وإرتفاعه بعد عشرين دقيقة من أول إضافة للماء. وكلما كانت القيمة عالية كلما كان الدقيق ضعيفاً weaker. وللتعبير عن قوة الدقيق المختبر برقم واحد single score فإنه يستخدم مخطط بيانى nomogram خاص يعرف بإسم (المقيم) valonimeter بإستخدام وقت تطور العجين dough development time والميل النازل للمنحنى descending slope of the curve والرقم الناتج يسمى قيمة (المقيم) valorimeter value وكلما كان هذا الرقم مرتفعاً كلما كان الدقيق قوياً stronger.



شكل (٣): منحنى ممثل لتكون وثبات تلازج (ك.ث.ل) العجين وبعض الدلائل التى تقاس منه عادة.

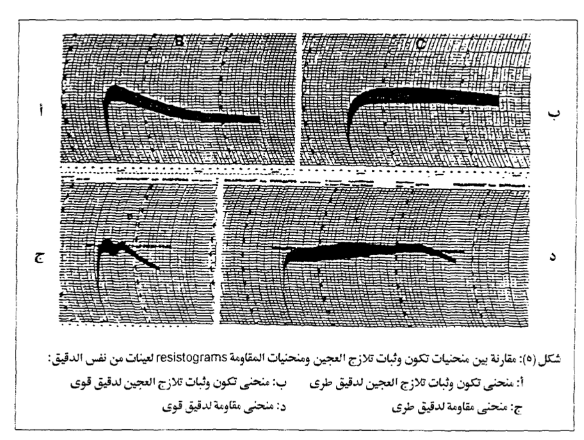
وإمتصاص الدقيق للماء يقدر أيضا بمقياس تكـون وثبــات تــلازج (ك.ث.ل) العجـــين farinograph ويعرف بأنـه كمية الماء اللازمة لكى يصل العجين إلى تلازج معين definite consistency (عــادة ٥٠٠ وحدة ك.ث.ل 500 FU) عند نقطة أمثــــل تطـور. والدقيـق القــوى ذو المحتـوى الـبروتينى العالى وجودة جلوتن أحسن يتميز بقيم إمتصاص أعلا (شكل ٤).



شكل (٤): منحنيات تكون وثبات تلازج العجين
الامتصاص:
دقيق أ : ٥٤,٠٪
دقيق ب : ٥٧,٠٪
دقيق ج : ٦٤,٥٪
دقيق د : ٦٢,٧٪

وإذا إستبدلت سلطانية خلط مقياس تكـون وتلازج العجين farinograph mixing bowl بخـــــلاط مقياس المقاومــة resistograph mixer فإن هذا الجهاز يضم الخلـط والمـط stretching والضغـط pressing والعجـــن kneading وبــــذا يعطـــى العجــين قصـا shear عاليـا وشـغلا work عاليــا. ومنحنيـات المقاومــة resistograms لهــا قمتــان عاليتـان two maxima تظـهر أكـثر مـع الدقيـق المتوســـط medium والدقيــق الضعيـــف weak والقمــة الأولى لهــا علاقــة بربـط binding الدقيــق للمـاء والقمـة الثانيـة تقيـس الإلتصاقيـة stickiness والإمتدادية (قابلية الإمتداد) extensibility عنـد تكسر breakdown العجينة (شكل ٥).

وفـى تغير آخر another variant لمقيـاس تكـون وتـلازج العجـين صنـع خـلاط دوكــوردر برابنــدر Brabender Do-corder ليشـابه ظـروف تكــون العجين ميكانيكيــــــــا mechanical dough development. والخــلاط مقفـول تقريبــا يمكــن خلـط العجينة بـه علـى سرعات مختلفــة ومسـتويات شغل work-input levels أعلا من خلاط مقياس تكون وتلازج العجين farinograph.

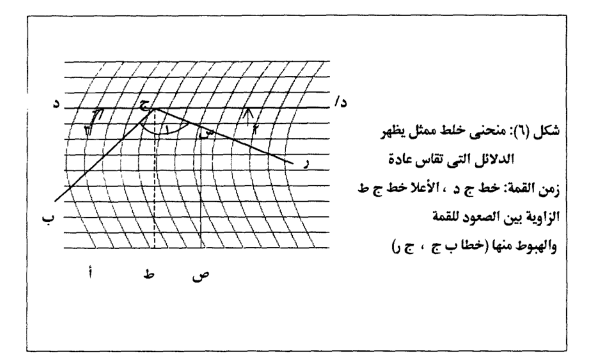


شكل (٥): مقارنة بين منحنيات تكون وثبات تلازج العجين ومنحنيات المقاومة resistograms لعينات من نفس الدقيق:

أ: منحنى تكون وثبات تلازج العجين لدقيق طرى ب: منحنى تكون وثبات تلازج العجين لدقيق قوى

ج: منحنى مقاومة لدقيق طرى د: منحنى مقاومة لدقيق قوى

ومقياس الخلط mixograph يستخدم كثيراً كخلاط مسجل ويتحقق الخلط عن طريق أربعة دبابيس مفلطحة planetary pins تدور revolve حول ثلاثة دبابيس ثابتة stationary في قاع سلطانية الخلط. ويمكن وصف الخلط بأنه شد pull وطي fold ثم شد ثانية repull وهو أكثر قسوة من الذي يحدث في مقاييس تكون وثبات تلازج العجين. ولذا فلهذا الجهاز ميزة سرعة إجراء الإختبار. ولكن إذا قورن بمقياس تكون وثبات تلازج العجين farinograph فإنه أصعب في معايرته (تنميطه) standardize وإستعماله محدود في تقدير إمتصاص الماء بواسطة الدقيق الذي يجرى إختباره. وشكل منحنى مقياس الخلط mixogram (شكل ٦) يتصف بدلائل شبيهة بتلك الخاصة بمنحنى مقياس تكون وثبات تلازج العجين farinogram: فقمتي الوقت متشابهتان. وقمة الإرتفاع تعطي معلومات عن قوة الدقيق وإمتصاصه. وإرتفاع المنحنى عند وقت ... بعد القمة يشابه دليل حدود مقياس تكون وتلازج العجين farinograph tolerance index والقيم الأعلا تدل على حدود tolerance أعلا ... ط الزائد overmixing ونفس الشيء بالنسبة لقيم الزوايا بين الأجزاء الصاعدة والنازلة عند قمة المنحنى. ومن المساحة تحت المنحنى يمكن أيضاً الحكم بحدود أعلا للخلط الزائد higher tolerance of overmixing وللقوة الكلية overall strength للدقيق.



شكل (٦): منحنى خلط ممثل يظهر الدلائل التى تقاس عادة
زمن القمة: خط ج د ، الأعلا خط ج ط
الزاوية بين الصعود للقمة والهبوط منها (خطا ب ج ، ج ر)

أما فى المرحلة الثانية لطرق التقييم فإن الطرق techniques المستخدمة توفر معلومات عن إمكانيات سلوك behavior potential العجين خلال إرتفاعه تبعاً لتطور development وتمدد expansion الغاز عند التخمر والمراحل الأولى للخبز تستخدم أجهزة لقياس مقاومة العجين للتمدد extension. فمقياس الإمتدادية برابندر Brabender extensigraph يمط stretches قطعة عجين مشكلة كأسطوانة cylindrically shaped إلى أن تتمزق ruptures أثناء نقل القوة الناتجة على القطعة التى تُختبر إلى مسجل recorder ويتم تحضير العجينة التى تحتوى على ٢٪ ملح من وزن الدقيق فى خلاط مقياس تكون وثبات تلازج العجين عند إمتصاصها الأمثل. وتبعاً لطريقة ج.ك.ح.أ AACC فإن العجينة تتطور حتى يصل تلازجها consistency إلى قمته (مداه الأعلا) maximum فى حين أن طريقة ج.د.ح ICC تحدد وقت الخلط بخمس دقائق. وأثناء مط قطعة العجين التى تختبر يسجل منحنى القوة ضد الزمن ويسمى منحنى الإمتدادية extensigram (شكل ٧).

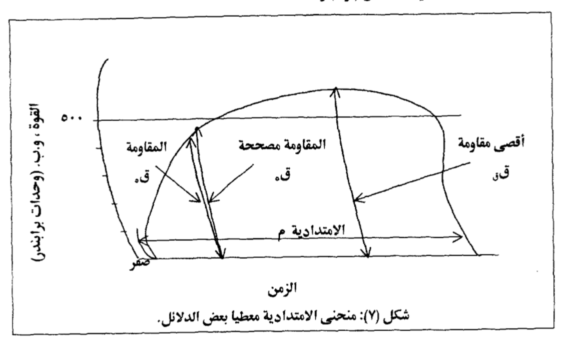
و تعطى عدة دلائل indices من منحنى الامتدادية ارشاداً عملياً practical guide لقوة العجين العامة general strength ومنها:

أ- أقصى مقاومة ق.ق maximum resistance Rm أو المقاومة عند إمتداد معين fixed extension عادة عندما يقابل ٥٠مم "ابدال" transposition على ورق الرسم البيانى ق٥ R_5. والأخير له ميزة قياس المقاومة عند نفس الإمتداد لكل العجائن التى تختبر .

ب- إمتدادية العجين م E dough extensibility.

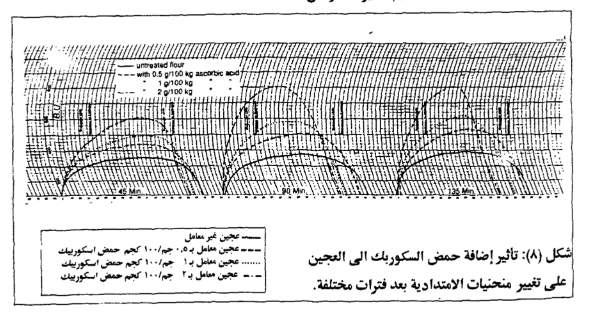
ج- نسبة المقاومة الى الإمتدادية.

د- المساحه تحت المنحنـى وهـى تتناسب مـع الطاقة اللازمة لمط القطعة التى تختبر إلى نقطة التمزق rupture point. وهذا الدليل (برقم واحد مناسب) يبين قوة الدقيق وكلما زادت قوة الدقيق كلما زادت الطاقة اللازمة لمط العجين.



شكل (٧): منحنى الامتدادية معطيا بعض الدلائل.

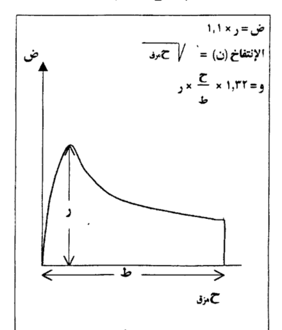
وإستجابة مقياس الإمتدادية لأنواع الدقيق المختلفة تظهر فى أشكال منحنيات الإمتدادية extensigrams وتعكس سلوك العجين. وبجانب التفرقة بين أنواع الدقيق يستخدم مقياس الإمتدادية extensigraph لتقييم تأثيرات عوامل الأكسدة على الخواص الطبيعية للعجين. فيمكن رؤية تأثير إضافة حمض الأسكوربيك على تغيير منحنيات الإمتدادية عندما يترك ليتفاعل فى العجينة لمدد مختلفة (شكل ٨)



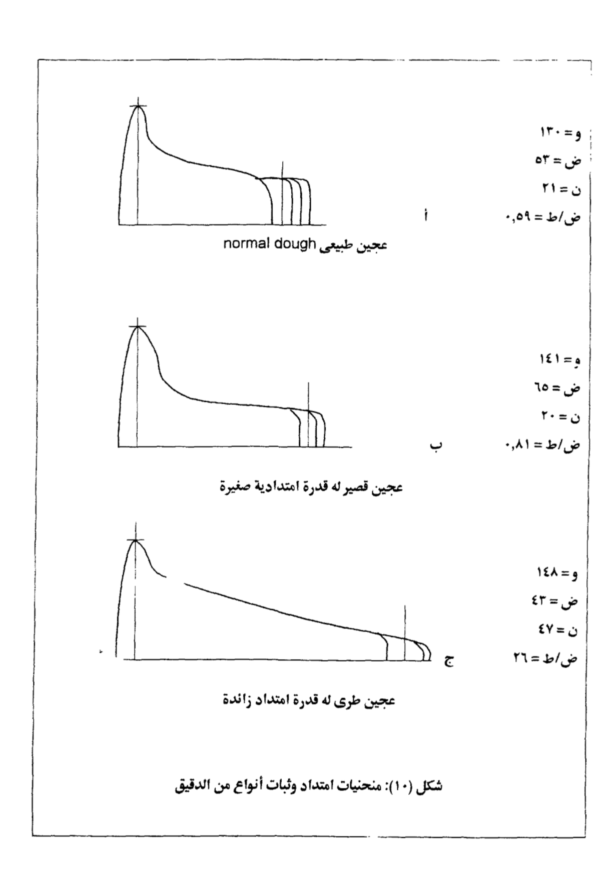
شكل (٨): تأثير إضافة حمض السكوربك الى العجين على تغيير منحنيات الامتدادية بعد فترات مختلفة.

ومقياس الإمتدادية لهالتــون Halton (or Simon extensometer (research (بريطـانى) يشـبه مقياس الإمتدادية برابندر وهـو جزء من جهاز ذى ثلاث وحـدات يشمل أيضا مقياس لإمتصاص الماء ووحدة خلــط وتشكيـل mixer-shaper unit. ويعـين مقيـاس الإمتصاص أمثـل إمتصـاص للمــاء بواسطة العجينة (يضاف إليها خميرة عـادة) من قيم وقت البثق extrusion time values التى تقـاس على عجائن محضرة من نفـس عينـة الدقيـق مـع كميات مختلفة من الماء. وقد يربـط أمثل إمتصـاص بطريقة التجربة (الخطأ والصـواب expirically) مع وقت بثق قـدره ٥٠ ثانيـة extrusion time وتمـط العجينة بعد تشـكيلها فـى وحـدة الخلـط والتشـكيل بـين مسـمارين pegs والقــوة التــى تبـذل علــى المسـمار الثابت تنقل وتسجل علــى هيئـة منحنــى يشبه منحنــى إمتداديــة برابنــدر Brabender extensigram.

وجهاز حمـل-إمتـداد load-extension آخـر هـو مقياس الإمتدادية والثبات شوبـــــــان Chopin alveograph. ولكنـه ليـس كمقيــاس الإمتداديــة برابندر أو مقياس الإمتدادية هالتـون Brabender extensigraph or Halton extensometer حيث كلاهمـا يمـط قطعة العجينـة التى تختبر فـى إتجـاه واحـد فقـط لأن مقياس الإمتداديــة والثبـات شــوبان alveograph يعـرض العجينــة للإمتــداد extension فى جميع الإتجاهات بنفخ blowing فرخ شكل ومستريح molded & rested sheet إلى فقاعـة bubble ومـن وجهـة نظـر طبيعيـة فـهذا النـوع من الإمتداد extension يتصل جيــدا مـع تمدد expansion خليـة الغـاز فـى العجين الــذى يرتفع rising dough. والجهاز يسجل ضغط الهـواء فى الفقاعة كدالة لزمن الإنتفــاخ as a function of inflation time. وفى منحنـى الإمتداديــــــة والثبـات شــوبان alveogram يؤخـذ أعـلا إرتفـاع للمنحنــى علــى أنــه مقيـاس لمقاومـــة الإمتـــداد extension وطولـــه كمقيــــاس للإمتداديـــــة extensibility والمسـاحة تحـت المنحنــى تحـول عـادة إلى قيمـة و W ويشار إليها بأنها طاقـة نقـص التشــــوه deformation energy والتى تمثــل الشغل الـذى يبـذل فـى نفخ قطعة العجـين تحـت الإختبـار إلى فقاعـة. وقيمـة و W هــى أكـثر دليـل index يسـتخدم مـن منحنـى الإمتداديـة والثبـات شوبان alveogram وتشبه فى إستخدامه المسـاحة الموجــــودة تحـــــت منحنــــــى الإمتداديـــــة extensigram (شكلى ٩ ، ١٠).



شكل (٩): منحنى امتداد وثبات (شوبان) حيث:
ض = الضغط الزائد (مم)   ط = الطول عند التمزق (مم)
ن = دليل الانتفاخ (مل)   ح = حجم الهواء (مل)
و = طاقة نقض الشكل (التشوه) ١٠^-٤ جول
ر = ارتفاع



شكل (١٠): منحنيات امتداد وثبات أنواع من الدقيق

وفـى تـأويل interpreting منحنيـات الامتداديـة والثبـات شـوبان alveograms يلاحـظ أنـه ليـس كمقياس الامتدادية extensigraph (برابندر) فإن العجائن التى تختبر فيه تحضر بإضافة كمية ماء ثابتة للدقيق (٥١,٤٪) بغض النظر عن إمتصاصه الحقيقى true absorption (أنظـر الثيوجـراف - مقيـاس الإمتدادية والثبات -شوبان).

وفـى المرحلـة الثالثـة لطـرق التقييـم يركـز علـى التغيرات فى الخواص الطبيعية التى تحدث أثناء الخبيز، وأهمها ينتج عـن تجلـتن النشـا وتكسرها degradation بواسـطة الأنزيمـات الأميلوليتيـة الموجـودة أصلاً أو المضافة للدقيق ويصلـح معها قيـاس اللزوجـة viscometry تحـت ظـروف مضبوطة من إعطاء حـرارة heat supply إلى العينة التى يجرى إختبارها لهذا الغرض. ومقياس قوة إنزيمات (الدقيق) برابنــدر Brabender amylograph هو مقياس لزوجة باللىّ torsion يعطـى تسـجيلاً مستمراً لتغيرات اللزوجـة لمعلـق دقيق منظــم buffered flour suspension تحـت ظـروف معـدل ثـابت مـن إرتفـاع درجـة الحرارة (١,٥°م/ق) مع التقليب المستمر. ويؤدى إنتفاخ حبيبات النشا عنـد الوصـول إلى درجـات حرارة التجلتن مع زيادة تركيز المواد الذائبة فى السائل المحيط نتيجة لنــض leaching out جزيئات النشا من الحبيبات المنتفخة إلى إرتفاع لزوجة المعلق. ويصبح النشا المجلتن معرضاً لفعل الأميلازات الثابتة للحرارة والتى ينشطها إرتفاع درجات الحرارة. وهى تقـوم بحلمـأة وتسييل جزء من النشا الكلى وبذا تقلل من اللزوجة وعلى ذلـك فالقمة العليـا المسجلة recorded maximum هى نتيجة لهاتين العمليتين اللتين تجريـان فـى وقت واحد. ولما كـان هنـاك إختلافاً محدوداً فى لزوجـة نشـا القمـح الـذى يتجلـتن فـى غيـاب الأميـلازات فـإن إرتفـاع منحنـى اللزوجـة هـو بالدرجة الأولى إنعكاس للنشاط الأميلوليتى فـى عينة الدقيق التى تختبر. وكلما كان نشاط إنزيمات تسييل النشا أعلا كلما كانت قمـة اللزوجـة أكـثر إنخفاضاً. ولـو أن كلاً من الألفا α أميلاز والبيتا β أميلاز مسئول عن نقص اللزوجة فإن الألفا أميلاز هـو المسـئول الأساسـى عـن اللزوجـة النهائيـة. وبسبب حساسيته للحرارة العالية فإن البيتا أميلاز يثبط إلى درجة كبيرة قبل أن يصبح النشا معـداً لنشاطه (البيتا أميلاز). كذلك ونظراً لحساسية الألفا أميلازات الفطرية الأكثر للحرارة فإن هذا الإختبـار لايصلح مع الدقيق المضـاف إليه هـذه الأنزيمات. وقـد صممـت طـرق لإستخدام مقياس الإمتداديـة والثبات شـوبان alveograph لإختبار مثل هـذا الدقيـق. فإستخدام مـادة تفـاعل سـابقة التجلـتن pregelatinized substrate يغنــى عــن eliminates الإحتياج إلى الوصـول إلى درجـات حـرارة أعـلا مـن المـدى الأمثـل للإنزيـم (أنظـر اميلوجراف/مقياس قدرة إنزيمات الدقيق).

إن مبـدأ إستخدام قيـاس اللزوجـة viscometry فـى تقديـر النشـاط الأميلوليتـى لدقيـق القمـح يستخدم أيضاً مع إختبار رقم الوقــوع falling number test. ويبنى الإختبار على قياس الوقت اللازم لتقليب stir والسماح لمقياس لزوجة مقلب معيــن specified viscometer-stirrer ليقع

fall لمسافة معيارية standard (معينة) خلال عجينة دقيق متجلتن gelatinized flour paste وتشمل الخطوات: ١- تحضير العينة، ٢- الوزن، ٣- التشتت dispensing، ٤-الهز shaking، ٥- التقليب stirring، ٦- النتيجة result.

د- الإختبارات الفسيوكيماوية physicochemical testing

يستخدم سلوك الجلوتين كأساس لعدة إختبارات للتنبؤ بإمكانيات قوة القمح ودقيقه فى خبيز الخُبز potential bread-baking strength. فطريقة برلينر وكوبمان Berliner & Koopman تقيس مقدرة الإنتفاخ swelling للجلوتين المبتل عندما يغمس فى ٠,١ ع N 0.1 محلول حمض لاكتيك وعوامل الإنتفاخ المتخصصة specific swelling factors العالية يمكن أن يحصل عليها من الجلوتين القوى. وفى تحوير لهذه الطريقة يمكن قياس عكارة المعلق التى تتناسب عكسياً على قوة الجلوتين.

وإختبار بلسهنكا Pelschenke أو إختبار كرة العجين dough-ball يستخدم كرة صغيرة من العجينة المضاف إليها خميرة تحضر من جريش القمح الكامل والتى تغمس فى الماء على درجة حرارة ثابتة. وطول الزمن الذى تبقى فيه الكرة فى الماء قبل أن تبدأ فى التفتت disintegrate يسمى رقم الإختبار test number. وهو مقياس لكل من كمية وجودة الجلوتين gluten quality & quantity وهو يختلف من أقل من ٣٠ دقيقة للأقماح الطرية إلى أكثر من ٦ ساعات للأقماح القوية جدا very strong wheats وبقسمة رقم الإختبار على محتوى القمح من البروتين يحصل على دليل index لجودة الجلوتين وحده. وكلما إرتفع هذا الدليل كلما كانت قوة الجلوتين مرتفعة.

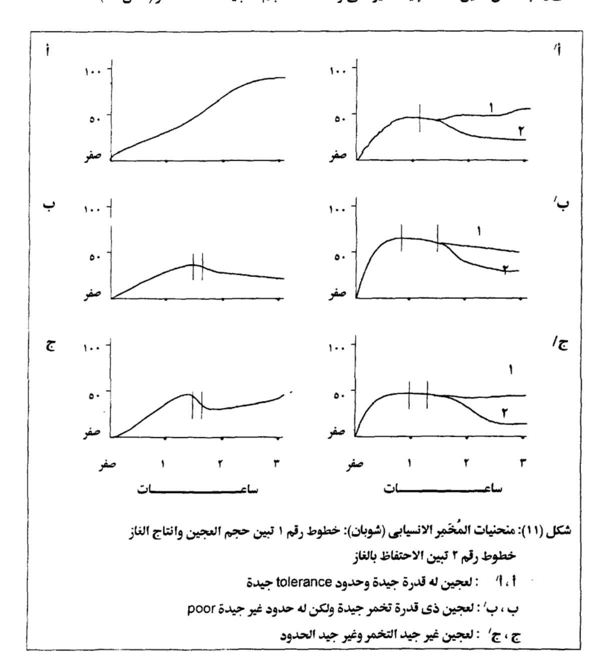
وإختبار الترسيب/الثفل sedimentation test الذى إقترحه زيليني Zeleny يقيس حجم المترسب (ومعظمه بروتين منتفخ ونشا محبوس occluded) للدقيق الأبيض الخام المعلق فى حمض خليك مخفف والناتج قيمة الترسيب sedimentation value مثله مثل رقم الإختبار يعكس كلا من كمية وجودة الجلوتن وبقسمته على محتوى البروتين فى العينة يحصل على دليل لجودة الجلوتن وحده ويسمى "قيمة الترسيب النوعى specific sedimentation value".

وإختبار "الإحتفاظ بالماء القلوى alkaline water retention test" يستخدم فى التنبؤ بسلوك دقيق القمح فى عمل البسكويتات الحلوة cookies. ومع دقيق القمح الطرى يستخدم إختبار اللزوجة لماكمايكل MacMichael viscosity test لتقدير جودته. فمقياس لزوجة ماكمايكل يقيس الزيادة فى اللزوجة فى معلقات دقيق القمح الطرى فى ماء معامل بالحمض acidulated soft flour water suspensions الناشئة عن إنتفاخ بروتينات الجلوتن وإلى حد ما النشا. ويظهر إنتفاخ النشا أكثر إذا أتلفت الحبيبات. وعلى ذلك إذا كان مدى المحتوى البروتينى ضيقا نسبيا فإن المقاييس تعكس أساسا حالة النشا. وبالعكس إذا كانت تغيرات اللزوجة الناشئة عن النشا ثابتة تقريبا، فإن الزيادة فى اللزوجة تكون على إرتباط مباشر بخواص

إنتفاخ كمية الجلوتن الموجودة (يستخدم الآن مقياس اللزوجة بروكفيلد Brookfield نظراً لأن قطع غيار مقاييس اللزوجة ما كمايكل غير متاحة).

وتشمل الإختبارات الفسيولوجية أيضاً قياس مقدرة (نسبة capacity) العجين على إنتاج الغاز والإحتفاظ به. وطريقة ج.ك.ح.أ لمقياس الضغط AACC pressure meter تقيس ضغط الغاز الذى ينتجه معلق دقيق مضاف إليه خميرة فى وعاء لاينفذ الهواء air-tight وبه صمام لقياس الضغط بعد التخمر لمدة خمس ساعات على ٣٠°م.

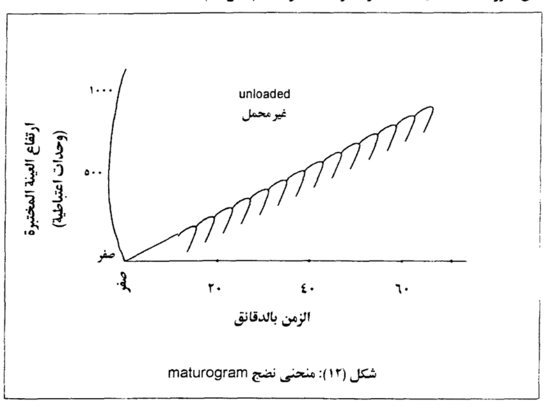
ومن الطرق الأخرى لقياس إنتاج و/أو الإحتفاظ بالغاز طرق تستخدم أجهزة قيس الغاز gasograph أو يستخدم مخمر شوبان الانسيابى Chopin rheofermenter الذى يقيس الغاز الكلى والمحتفظ به وكذلك يتابع التغيرات فى حجم العجينة أثناء التخمر (شكل ١١).



شكل (١١): منحنيات المُخَمِر الانسيابى (شوبان): خطوط رقم ١ تبين حجم العجين وانتاج الغاز
خطوط رقم ٢ تبين الاحتفاظ بالغاز
أ ، أ/ : لعجين له قدرة جيدة وحدود tolerance جيدة
ب ، ب/ : لعجين ذى قدرة تخمر جيدة ولكن له حدود غير جيدة poor
ج ، ج/ : لعجين غير جيد التخمر وغير جيد الحدود

أما مقياس النضج برابندر Brabender maturograph فيقيس نتائج صافي إنتاج الغاز وفقده عن طريق تسجيل التغيرات في إرتفاع العجين الذي يختمر بلكمه punching على فترات كل دقيقتين. ومن شكل المنحنى يمكن معرفة أمثل ظروف التصميد proofing وحدود التخمر.

والفرق بين (ظرف) القمة و (ظرف) القاع top & bottom envelopes في حزمة المنحنى curve band يعكس التغيرات في إرتفاع العجينة الناشيء عن اللكم punching على فترات والإسترداد recovery وعادة يسمى مطاطية elasticity (شكل ١٢).



شكل (١٢): منحنى نضج maturogram

هـ- الإختبارات الوظائفية
functionality testing

جودة الدقيق والمكونات عادة تختبر في الصناعة بإختبارات الخبيز وهناك طرق معيارية standard مبينة أعلاه توصلت إليها جمعية كيماويي الحبوب الأمريكية (ج.ك.ح.أ) وتستخدم في تقييم جودة الدقيق وربما أمكن إستخدامها لتقدير جودة مكونات الخبز الأخرى في الخبيز. وبنفس الإتجاه يستخدم في تقييم دقيق القمح الطرى لعمل البسكويتات الحلوة والكيك والفطائر pies وغيرها. وعلى ذلك فقد أدخلت تعديلات كثيرة على مقادير التكوين formulations والطرق في المعامل المختلفة. وطرق إختبار خبيز الخبز والكيك في المعهد الأمريكي للخبيز American Institute of Baking مثال على ذلك. وتقييم المنتجات المخبوزة يتم بتقدير معالم الجودة المختلفة quality parameters التي ينص عليها في كل طريقة مثل الحجم، الارتفاع، الانتفاخ وغيرها.

دهن الحبوب **cereal lipids**
(Chung)
بالرغم من أن الدهون مكون صغير فى الحبوب غير أنه يجب أخذها فى الإعتبار عند مناقشة هذه المواد فى التغذية والتخزين والطحن الجاف أو المبتل وعمل البيرة والخبز والطبخ والبثق.

دهن الحبوب الكاملة whole grain lipids
كل من محتوى الدهن وتركيبه يعتمد بدرجة كبيرة على طرق الإستخلاص والتنقية – المستخلص extractant وزمن الإستخلاص ودرجة الحرارة ونوع جهاز الإستخلاص ونسبة المذيب إلى المذاب وطرق التنقية – وإلى درجة أقل على العينات – حجم العينة ومحتوى الرطوبة وإختلافات الأصناف وظروف النمو ... الخ. وعلى ذلك فمن الصعب مقارنة النتائج التى يعطيها مختلف الباحثين.

تعاريف الدهون
دهون حرة free lipids (د.ح F.L): هذه هى الأجزاء التى يسهل إستخلاصها بإستخدام مذيبات غير قطبية nonpolar مثل الأيثير البترولى petroleum ether أو الهكسان أو الإيثير ثنائى الإيثايل diethyl ether ... الخ. فى مستخلصات سوكسلت Soxhlet أو جولد فش Goldfish أو بالرج.

دهون مرتبطة bound lipids (د.ر B.L): وهذه تستخلص من المتبقى من إستخلاص الدهون الحرة على درجة حرارة الغرفة بواسطة مذيبات أكثر قطبية more polar عادة كحول فقط. أو مخلوطاً مع جزء صغير من مذيب آخر عادة ماء. ومنها البيوتانول المشبع بالماء (ب.م W.S.B) أو مخلوط كلوروفورم وميثانول بنسب ١:٢ أو ١:١ أو ٢:١ بالحجم.

دهن كلى غير نشوى nonstarch total lipids (د.ك.غ.ن N.S.T.L): وهذا هو مجموع د.ج + د.ر (الدهن الحر + الدهن المرتبط) ولكن يمكن الحصول على د.ك.غ.ن أيضاً بالإستخلاص بمذيب قطبى على درجة حرارة الغرفة بدون خطوة إستخلاص الدهن الحر د.ح F.L. وعلى ذلك فإن د.ر B.L أو د.ك T.L تعنى أساساً دهن غير نشوى د.غ.ن N.S.L.
وعادة فى الأبحاث المنشورة تذكر نسب الدهن "كدهن خام" crude fat بالإستخلاص بالإيثير وهى تساوى محتويات الدهن الحر د.ح F.L ولكن محتويات د.ج يمكن مقارنتها أكثر من مقارنة د.ر أو د.ك.غ.ن حيث يستخلص أى مذيب قطبى خاصة مخلوط من كحول وماء كميات من مواد غير دهنية ويستلزم ذلك إجراء تنقية وقد تجرى هذه التنقية أولاً تجرى وإذا أجريت فإن طريقة إجرائها تؤثر على النتائج.

دهون نشا starch lipids (د.ن S.L): هذه هى دهون مرتبطة بالنشا وأكثرها صعوبة فى الإستخلاص. وحيث أن د.ن الحقيقة توجد داخل حبيبات النشا فإن إستخلاصها يتم على درجة حرارة الغرفة حتى بواسطة مذيب قطبى جداً مثل ب.م W.S.B ويحتاج إستخلاصها بكفاءة إستخدام

مخاليط من محاليل كحولات مائية ساخنة بنسب مثلى لضبط كل من إنتفاخ حبيبات النشا وإذابة الدهن. وأحسن المذيبات هي ن-بروبانول n-propanol أو مشابه البروبانول isopropanol مع الماء (٣:١ بالحجم) في جو من النتروجين على ١٠٠°م.

دهن سطح نشا starch surface lipids (د.س.ن S.S.L): وهذه أجزاء من دهن غير نشوي د.غ.ن N.S.L والتي تمتص بشدة على onto أو في into حبيبات النشا أثناء فصل النشا النقي.

ويبلغ مدى المحتوى من الدهن الحر (د.ح F.L) من ١,٥ – ٢٪ من وزن حبة الشعير والأرز والشيلم والتريتيكال والبر/القمح. أما في الشوفان والدخن والذرة والذرة الرفيعة فإن هذا المدى يرتفع إلى ٣-٧٪. ولكن محتويات الدهن المرتبط (د.ر B.L) أكثر تجانساً في الحبوب.

وقد تم تربية حبوب ذات نسب الزيت العالية كما في الذرة بحيث تم الحصول على هجن تبلغ نسبة الزيت فيها من ٦ – ٨,٥٪ مع محصول مساو للهجن الأخرى.

أقسام الدهن غير النشوي للحبوب
non-starch lipid classes of grains

بإستخدام عمود حمض سيليسيك كروماتوجرافيا يمكن تقسيم الدهون إلى ثلاثة أقسام عامة:

الدهون غير القطبية (د.غ.ق N.L nonpolar lipids) تُمَلَز eluted أولاً بواسطة الكلوروفورم. وتملز الدهون الكربوايدراتية (د.كر G.L glycolipids) بالأسيتون.

وأخيراً يملز الميثانول الدهون الفسفورية (د.ف P.L phospholipids). والدهون الكربوايدراتية مع الدهون الفسفورية تكون الدهون القطبية (د.ق Po.L) وبعد ملز/تمليز الدهون غير القطبية (د.غ.ق N.L) من عمود حمض السيليسيك فإن الدهون القطبية (د.ق Po.L) يمكن أن تملز بواسطة الميثانول دون خطوة تمليز الدهون الكربوايدراتية (د.كر C.L).

كذلك يمكن فصل الدهون إلى عدة أقسام بإستخدام كروماتوجرافيا الطبقة الرقيقة وتتكون الدهون غير القطبية (د.غ.ق N.L) من أسترات الأستيرولات (أ.س S.E) والجليسريدات الثلاثية (ج.ثلا T.G) والجليسريدات الثنائية (ج.ثنا D.G) والجليسريدات الأحادية (ج.أ M.G) والأحماض الدهنية الحرة (ح.د.ح FAA).

وكل دهون الحبوب أغنى في الدهون غير القطبية فهي تبلغ ٦٠ – ٧٠٪ من الدهون الكلية (د.ك T.L) في البر/القمح (سداسي الصبغيات hexaploid) والتريتيكال والشيلم ومن ٦٥ – ٨٠٪ في الشعير والشوفان oat groats ومن ٧٧– ٨٧٪ في الذرة الرفيعة والأرز وأكثر من ٩٠٪ في الذرة والدخن وتتأثر النسب بالصنف.

والقمح هو أغنى الحبوب في الدهون الكربوايدراتية (د.كر C.L) ويليه التريتيكال والشيلم والشعير. ومن بين دهون دقيق القمح فإن الدهون الكربوايدراتية هي الأحسن في تحسين حجم الرغيف. أما دهون الدخن والذرة والذرة الرفيعة

فهى الأفقر فى الدهون الكربوايدراتية. وعلى وجه عام فإن الدهون الفسفورية أغنى أيضا فى دهون البر/القمح والتريتيكال والشيلم وأقل قليلا فى دهون الشعير والشوفان والذرة الرفيعة والأرز. وفى الذرة والدخن فإن محتوياتها من الدهون الفسفورية أعلا من محتوياتها من الدهون الكربوايدراتية إلا أنها أقل من محتوى الدهون الفسفورية عن دهون كل الحبوب.

الأحماض الدهنية فى دهون الحبوب
fatty acid composition of grain lipids

جميع دهون الحبوب غنية فى الأحماض الدهنية غير المشبعة والحمض الدهنى غير المشبع الرئيسى هو حمض اللينولييك (٢:١٨) فيما عدا الأرز فالحمض المشبع الرئيسى هو حمض البالمتيك (١٦:صفر). وفى الأرز البنى الحمض غير المشبع الرئيسى هو حمض الأولييك (١:٨) ويوجد حمض البالميتولييك (١:١٦) palmitoleic (16:1) وحمض الأيكوسينويك (١:٢٠) ecosenoic (20:1) يوجد فى أحيان كثيرة بنسب أقل من ١٪ فى الأحماض الدهنية الكلية. ويحتوى الشيلم على نسب أعلا من حمض اللينولينيك (٣:١٨) عن بقية الحبوب.

والدهون غير القطبية فى الحبوب معظمها جليسريدات ثلاثية وتوجد أساسا فى الجنين وكقطيرات مستحلب emulsion droplets (spherosomes) فى السويداء. بينما تأتى الدهون القطبية من أغشية الخلايا ويسودها الدهون الفسفورية phospholipids والدهون الكربوايدراتية glyco or galactolipids وأهم الدهون الفسفورية هى الفوسفاتيدل سيرين phosphatidylserine والفوسفاتيديل أينوسيتول phosphatidylinositol وفى الظروف الفسيولوجية كلاهما يحمل شحنة سالبة.

ويوجد فى النبات الحى وحتى فى دقيق القمح أنزيما الليباز والفوسفوليباز. ونتيجة نشاط هذه الأنزيمات يمكن أن ينتج دهن فسفورى phospholipid به سلسلة واحدة يسمى دهن فوسفورى محلل lysophospholipid لأنه يمكنه إنحلال/تحليل lysis الخلايا الحية مثل كرات الدم الحمراء.

أما الجالاكتوليبيدات galactolipids فلها دور هام لأنها تكون أغشية تمثيل ضوئى thylacoid membranes فى حبيبات اليخضور chloroplasts حيث يحدث التمثيل الكلوروفيلى. وهذه الأغشية ٥٠٪ منها تحتوى جزئ جالاكتوز واحد متصل بحمض لينولينيك ثنائى الأسايل أحادى الجالاكتوزيل-جليسرول diacylmonogalactosyl-glycerol، ٢٥٪ بها جزيئان جالاكتوز diacyldigalactosyl-glycerol ثنائى الأسايل ثنائى الجلاكتوزيل-جليسرول، ١٥٪ دهون كبريتية sulfolipids، ١٠٪ دهون فسفورية phospholipids.

ولاتنتقل الدهون بين الخلايا فى النباتات العالية وعلى ذلك فتكوين الدهون يمكن أن يختلف كثيرا من نسيج إلى آخر.

(Eliasson)

الدهون غير المتصبنة فى الحبوب
nonsaponifiable lipids in grains
(Chung, O.K.)

مشتقات التوكول to-col derivatives

مشتقات التوكول – التوكوفيرولات والتوكو ثلاثى أينولات tocopherols tricotrienols – هى التى تعطى نشاط فيتامين ئى E فى أنسجة النبات ولكن نسبها تختلف من أحد الحبوب إلى الآخر فالشعير والشوفان تحتوى الأربع توكوفيرولات والأربع توكو ثلاثى أينولات بينما لايوجد إلا بعضاً منها فى بعض الحبوب الأخرى. وقد تبلغ نسبتها ٢,٦ – ١٠,٢ مجم / ١٠٠ جم فى الذرة وأقل من ٥ مجم/١٠٠ جم فى الشعير ومن ١,٣ – ٣ مجم/١٠٠ جم فى الشوفان وتبلغ ٥ مجم/١٠٠ جم فى التريتيكال و ٤,٩ – ٥,٨ مجم/١٠٠ جم فى القمح وهذه المحتويات تتأثر بالصنف كما أن نوع التوكول يختلف أيضاً من صنف إلى آخر.
ومشتقات التوكول أكثر وجوداً فى جنين الذرة والقمح وأقلها فى سويداء كل منهما.
أنظر: توكوفيرول

كاروتينويدات carotenoids

تعكس خواص الكاروتينويدات المميزة وجود سلسلة البوليين المتقارنة conjugated polyenw chain والتى ينتج عنها اللون والحساسية للضوء والحرارة والأكسجين والأحماض. واللون الناتج من الكاروتينويدات فى الحبوب مهم فى إنتاج الأغذية خاصة فى القمح الصلد durum wheat الذى يستخدم فى عمل العجائن الغذائية pasta. وبعض الكاروتينويدات أسلاف لفيتامين أ.
ولكن نسب الكاروتينويدات ضعيفة جداً فى الحبوب وأغناها بها هى الذرة والذرة الرفيعة الصفراء والدخن. والقمح الصلد أغنى عن قمح الخبز فيها حيث يوجد اللوتيين lutein فى حبة القمح أكثر من بقية الكاروتينويدات. كذلك يوجد البيتا كاروتين β-carotene بنسب ضئيلة فى الحبوب وإن كانت نسبته تزيد فى دهن الشعير حيث يوجد ومعه الزانتوفيلات (مشتقات الكاروتينويدات مع الأكسجين oxygenated). وتختلف نسب الكاروتينويدات فى أجزاء الحبة المختلفة أيضاً. وتبلغ نسبها بالمليجرام /١٠٠ جم فى الشعير ١، وفى الذرة ١ – ٥٨ وفى الدخن ٦,٧ – ٦,٩ وفى الذرة الرفيعة ١,٥ وفى الصفراء منها ٠,٢٥ – ٠,٣٠ وفى القمح ١,٨ – ٥,٨.
أنظر: كاروتينويدات

الاستيرولات sterols

أكثر الاستيرولات إنتشاراً فى الحبوب هو بيتا – سيتوستيرول β-sitosterol يليه كامبستيرول campesterol فى الذرة والأرز والشيلم والقمح/البر وفى الشوفان فإن الاستيرول السائد الثانى هو دلتا° أفيناستيرول Δ^5-avenasterol وفى الذرة الرفيعة هو الإستيجماستيرول stigmasteriol.
والاستيرولات إما توجد حرة أو كإسترات أو جليكوسيدات أو استرات الجليكوسيد الاستيريلية sterylglycoside esters.

دهن القمح wheat lipids

(Eliasson)

تبلغ نسبة الدهن في القمح ٢,٥ – ٣,٠٪ تقريبا موزعة كما هو موضح في الجدول (١). ويختلف تكوين الدهن غير النشوى (د.غ.ن N.S.L) في سويداء القمح كثيرا عنه في الدقيق بعد الطحن. نظرا لزيادة الجليسريدات الثلاثية (ج.ثلا T.G) في الدخن وبدراسة توزيع الليبيدات الأسيلية acyl lipids في أنهار طحن mill streams دقيق القمح أمكن التوصل إلى معرفة أنه تقريبا تنتقل ٤٣٪ دهون الجنين، ٤١٪ دهون الأليورون إلى السويداء أثناء الطحن. ويوجد في النشا ١٪ دهن معظمها فوسفاتيدل كولين محلل lysophosphatidyl choline على هيئة معقد تضمين inclusion complex.

جدول (١): دهن القمح (مجم/١٠٠ جم – وزن جاف) (Chung, O.K.)

نوع الدهن	قمح كامل	دهن غير نشوى					دهن نشا	د.غ.ن في الدقيق		
		غلاف ثمري	جنين	سويداء خالية الأليورون		اليورون		ربيع	شتاء	
				رباعي	سداسي			عالي الجودة	عالي الجودة	منخفض الجودة
د.غ.ق	١٣٠٤–١٨٨٩	١١٣٧	١٥٢٦٤–٢٢٩٠٥	٣٦٥–٤٠٢	٣٥٤–٣٩١	٦٢٨٨–٨٨٢١	٣٥–٦٢	١٠٠٨	١١٣٦	١١٠٢
د.كر	٢٦٥–٤٣٦	٩٠	١٩١–٥٢٥	١٥٤–١٧٣	٢٦١–٤٠٨	٢٣٠–٨٥٣	٩–٥٤	٤٥٣	٥٢٤	٤٢٢
د.ف	٧٧٦–١٢١٩	٩٣	١٩٧٩–٢٦٤٦	٢٣٢–٢٧٣	١٩٠–٣٨٦	١٤٧٨–١٥٧٥	٧٢٩–١٠٤٧	٢٤٢	٢٩٣	٢٨٥
المجموع	٢٥٤٠–٣٣٢٨	١٣٢٠	١٧٤٥٤–٢٥٨٧٧	٧٧٢–٨٢٩	٨٤٨–١٠٩٣	٨٦٥٦–١٠٦٢	٧٧٣–١١٧١	١٧٠٣	١٩٥٣	١٨٠٩

وتوجد الجليسريدات الثلاثية مستحلبة في طبقة الأليورون وفي الجنين. والجالاكتوليبيدات galactolipids في ليبيدات الأغشية تأتي من حبيبات اليخضور وتتحول إلى بلاستيدات نشوية amyloplasts حيث يخلق النشا. والأحماض الدهنية يسودها حمض اللينوليك linoleic acid (حوالي ٦٠٪) ثم حمض البالمتيك (حوالي ٢٠٪) وحمض الأوليبك (حوالي ١٥٪). وفي أثناء التخزين يزداد كل من الأحماض الدهنية الحرة وكذلك الدهون الفسفورية المحللة نتيجة نشاط إنزيم الليباز. وقد ينتج عن أكسدة الأحماض الدهنية أنزيميا أحماض دهنية أيدروكسية hydroxy fatty acids مما يؤثر على الخواص الحسية سلبيا فينتج بتأثير الليبوكسيجيناز على حمض اللينوليك حمض أيدروبيروكسي hydroperoxy الذى يمكن أن يكون أحماضا دهنية أحادية الأيدروكسي monohydroxy أو ثلاثية الأيدروكسي trihydroxy وهذه الأحماض ثابتة.

ويعتقد أن الدهون تعمل أساسا أثناء الإنتفاخ الفرني وأن إعادة إضافة الدهون المستخلصة إلى الدقيق المزال منه الدهن يؤدى إلى الإشارة إلى أن إضافة الدهون غير القطبية يؤدى إلى إنخفاض في حجم الرغيف بينما زاد الحجم بإضافة الدهون

القطبية وعزى الفرق إلى وجود أحماض دهنية حرة فى الدهون غير القطبية. أما إضافة كل الدهون المستخلصة فقد أعطى نتائج متوسطة بين الدهون القطبية وغير القطبية. على أن البعض يوجه النظر إلى أن الحالة أو الطور الذى يضاف عليه الدهن هام وهو مالم يوجد عند الحصول على النتائج السابقة. إذ يمكن إضافة الدهن كزيت أو كمستحلب emulsion أو كطور سائل-متبلر liquid-crystalline . وكذلك يؤثر صنف القمح على حجم الرغيف.

دهن الشعير barley lipids

تختلف نسب الدهن فى الشعير تبعاً للمصدر (المعمل) وأحد المراجع يعطى أرقاماً من ٣,٣ – ٤,٦٪. والدهون تماثل دهون القمح تقريباً حوالى ٦٥ – ٧٨٪ دهون غير قطبية، ٧ – ١٣٪ جالاكتوليبيدات، ١٥ – ٢٦٪ فوسفوليبيدات. وجزء دهن التضمين فى النشا starch inclusion portion يبلغ ١٪ يسوده الدهون الفوسفورية المحللة lysophospholipids. ونمط الأحماض الدهنية يشبه مافى القمح والشيلم والشوفان حوالى ٦٠٪ حمض لينولييك ويبلغ حمض البالمتيك حوالى ٢٠٪. (Elliasson)

وقد تم تتبع تكوين الدهن فى الشعير بعد خمسة أيام من الإنبات. وقد وجد أنه فى نصفى عمد البرعم الأولى coleoptile من الجنين وفى نصف coleorhiza وفى القصعة scutellum إنخفضت الجليسريدات الثلاثية وإرتفعت أسترات الأستيرول وجلوكوسيدات الأسايل ستيرول (ج.أ.س ASG) acylsterylglucoside مع تغير أقل فى القصعة بالنسبة لاسترات الاستيرول وجلوكوسيدات الأسايل ستيرول (ج.أ.س ASG) ولم يوجد تقريباً أى جليسريدات أحادية (ج.أ MG) أو جليسريدات ثنائية (ج.ثنا DG) فى نسيج الجنين. وزادت نسب كل من الأحماض الدهنية ٢:١٨ 18:2 ، ٣:١٨ 18:3 بعد خمسة أيام من الإنبات فى كل أنسجة الجنين خاصة نصف عمد البرعم الأول coleoptile. (Chung, O.K.)

دهون الشوفان oat lipids

(Eliasson)

دهون الشوفان غير القطبية ذكر أنها ٤١٪ جليسريدات ثلاثية، ٥٪ أحماض دهنية حرة ، ٤٪ جليسريدات أحادية وثنائية واستيرولات. أما الدهون القطبية فهى ١٢٪ دهون كربوايدراتية ، ١٠٪ دهون فوسفورية، ٢٨٪ غير محددة. وعند إضافة ماء لهذه الدهون يحدث إنفصال أطوار فى الحال spontaneous وفى زيادة من الماء يوجد طور علوى من زيت غير قطبى nonpolar وطبقة من الماء وطور سفلى (فى القاع) bottom phase من متجمعات ماء فى وسط سلسلة ايدروكربون مستمر أى طور سائل معكوس ل٢ reversed type chain medium L2 أى تجمعات مائية فى وسط سلسلة ايدروكربون مستمرة i.e., water aggregates in a continuous hydrocarbon chain medium وبلورات سائلة liquid crystals. فدهون الشوفان يبدو أنها تستطيع تكوين طور الطبقة الرقيقة lamellar phase فى العجين.

صبغات الحبوب pigments

(Bock)

يرجع لون النبات فى أكثر الإحتمالات إلى الصبغات الموجودة ومعظم الصبغات توجد فى البلاستيدات وأهمها الكاروتينويدات والكلوروفيلات والأنثوزانثينات والأنثوسيانينات.

١- صبغات الشعير barley

توجد أنواع السيانيدين cyanidin من الأنثوسيانينات فى الأعضاء الخضراء لأصناف الشعير وتوجد الكاتيكانات catechins فى غطاء البذرة وفى الحبة الناضجة mature وهى مركبات فينولية تكون معقدات غير ذائبة مع البروتين مسببة السديم haze فى البيرة. وربما سببت إنخفاض هضمية البروتين فى الحيوان. وكذلك فإن التانينات وهى فينولات عديدة تكون معقدات مع البروتينات وينتج عنها ألوان غير مرغوبة وتختلف نسبة التانين فى أصناف الشعير المختلفة.

٢- صبغات الذرة corn

توجد الكاروتينويدات فى الذرة وهى تقسم إلى كاروتينات وزانثوفيلات xanthophylls. والكاروتينات تعطى فيتامين أ والزانثوفيلات تعطى اللون الأصفر للمح (صفار البيض) ولون جلد الفراخ الأصفر عندما تتغذى على الذرة. وتبعاً للعوامل الوراثية يختلف لون حبة الذرة فى الغلاف الثمرى والأليورون والجنين والسويداء وتعمل الكاروتينويدات كمضادات للأكسدة والبيتا كاروتين هو أهم الكاروتينات بينما اللوتيين lutein والزيازانثين zeaxanthin هما أهم الزانثوفيلات فى الذرة. وهذه الصبغات معرضة للأكسدة إذا لم تتخذ الإحتياطات أثناء التخزين.

٣- صبغات الأرز rice

أصناف الأرز الحمراء والأرجوانية purple تحتوى صبغات أنثوسيانين وتوجد فى القشور مركبات فينولية. وأصفرار الأرز أثناء الطبخ فى وسط قلوى ينتج عن الأنثوسيانينات. ولون زيت رجيع اللون الأخضر ينتج عن الكلورفيل ولكن هذا اللون يسهل إزالته أثناء تنقية الأرز بالطرق التقليدية.

٤- صفات الذرة الصفراء والدخن sorghum & millet

وجود التانينات يعطى بعض أصناف الذرة الصفراء اللون الأحمر الغامق إلى اللون البنى (الأسمر) وربما سببت التانينات الألوان غير المرغوبة فى بعض منتجات الذرة الرفيعة. وترتبط محتويات التانين والبروتين مع لون البذور وضرر الطيور التى تأكل هذه الحبوب يرتبط عكسياً مع مقدار التانين ولون البذور. وترتفع نسبة البيتا كاروتين فى سويداء الذرة الرفيعة الصفراء عنها فى سويداء الذرة الرفيعة البيضاء.

وفى قشور الذرة الرفيعة تتكون الصبغة من أبيجينين apegenin وفلوبافين phlobaphene وديوراسانتالين durasantalin. ويرجع لون غطاء البذرة إلى الصبغتين الأخيرتين.

أما أهم الصبغات فى الدخن فهى الفلافونويدات flavonoids وهى حساسة لرقم جـ يد وهى تتركز فى السويداء الطرفى/الخارجى peripheral وبذا تقل نسبتها بعد إزالة القشرة dehulling.

٥- صبغات :لقمح/البر wheat

أن أصل القمح وظروف النمو والصنف تؤثر على درجة ومحتويات الصبغة الصفراء. وفي الخبز والكيك يحرص على وجود أقل قدر من اللون الأصفر بينما في دقيق العجائنيات pasta فالمرغوب هو إحتفاظه باللون الأصفر واللون ينتج عن الزانثوفيل الحر وأستراته. وكذلك يوجد الكاروتين والفلافون (أريسين aricin) والكربتوزانثين ونواتج هدم الكلورفيل. والكاروتين لايمثل أي أهمية غذائية نظراً لحساسيته للأكسدة .

المعادن في الحبوب Minerals (Bock)

المعادن عناصر غير عضوية توجد بنسب مختلفة في الأغذية المختلفة. ويقسم المعدن كمعدن رئيسي major أو معدن نادر trace حسب كمية وجودة في الجسم فالذي يوجد بمقدار ٥ جم في الجسم يعتبر رئيسي major والذي يوجد بمقدار أقل من ٥ جم في الجسم يعتبر نادر trace. وتختلف نسبة المعادن من جزء إلى آخر في الحبوب بدرجة جوهرية وهذه الإختلافات تعكس عدة عوامل منها نوع الحبوب والصنف وظروف النمو والتسميد.

١- الكالسيوم calcium

٩٥٪ من محتوى المعادن في الحبوب يتكون من فيتات وفوسفات وكبريتات الكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم ويوجد ٥٣٪ من كالسيوم القمح في طبقة الأليورون كما يوجد ٨٧٪ من حمض الفيتيك في هذه الطبقة أيضاً وعلى ذلك فربما وجد الكالسيوم على هيئة فيتات الكالسيوم والمغنيسيوم في ملح مختلط mixed salt. والجدول (١) يعطي محتويات بعض الحبوب من بعض المعادن ومن بينها الكالسيوم.

جدول (١): محتويات بعض الحبوب من بعض المعادن (مجم/١٠٠ جم وزن جاف).

المعدن	أرز		أرز برى	بر/ قمح	تريتيكال	ذرة	ذرة رفيعة	شعير		شوفان		شيلم
	حبة كاملة	البُرَه						حبة كاملة	بُرَة	حبة كاملة	بُرَة	
فوسفور	٢٨٥	٢٩٠	٠,٤–٠,٥٪	٤١٠	٠,١٩٪	٣١٠	٤٠٥	٤٧٠	٤٠٠	٣٤٠	٤٠٠	٣٨٠
بوتاسيوم	٣٤٠	١٢٠	٠,٤–٠,٦٪	٥٨٠	١,٢١٪	٣٣٠	٤٠٠	٦٣٠	٦٠٠	٤٦٠	٣٨٠	٥٢٠
كالسيوم	٦٨	٦٧	٠,٠١–٠,٠٣٪	٦٠	٠,٢١٪	٣٠	٢٠	٩٠	٨٠	٩٥	٦٦	٧٠
مغنسيوم	٩٠	٤٧	٠,١–٠,٢٪	١٨٠	٠,١٦٪	١٤٠	١٥٠	١٤٠	١٣٠	١٤٠	١٢٠	١٣٠
حديد	–	٦	١٢–١٥١*	٦	–	٢	٦	٦	–	٧	٤	٩
نحاس	٠,٣	٠,٤	١,٨–١٤,٥*	٠,٨	٣,٩*	٠,٢	٠,٥	٠,٩	–	٤	٥	٠,٩
منجنيز	٢	٦		٥,٥	٣٧*	٠,٦	١,٥	١,٨	–	٥	٤	٧,٥
زنك	١,٥–٢,٢	١,٢–٢,١	٤٠–١٢١*	٤,٤	٣٦*	–	٠,٠٠٠٨٪	٤	–	٣,٩	–	٣,٤
صوديوم	٣,١–٦,٩	٢,٢–٥,١		٤,٦	–	–	٠,٠٠٠٠٨٪	١١,٨	–	٨.٦	–	٣,١

* : أجزاء في المليون

٢- الفوسفور phosphorus

إذا قورنت محتويات الحبوب من الفوسفور بالنسبة للمعادن الأخرى نجد أنها أكبر وهى توجد مرتبطة مع حمض الفيتيك وأملاحه فى أكثر الأحوال وبنسب قد تبلغ ٨٠٪ وتختلف من جزء من الحبة إلى الآخر وكذلك فى الأصناف المختلفة فى نوع الحبة الواحدة.

٣- المغنيسيوم magnesium

٨٧٪ من مغنيسيوم الحبوب يوجد فى طبقة الأليورون ومعظمه على هيئة فيتات الكالسيوم والمغنيسيوم أو فيتات البوتاسيوم-مغنيسيوم والباقى يوجد فى الفوسفاتات والكبريتات وتعتبر الحنطة السوداء buckwheat وردة القمح وجنينه غنية فى المغنيسيوم (٢٠٠ - ٤٠٠مجم / ١٠٠ جم).

٤- الحديد iron

يوجد الحديد فى الذرة فى الخلايا الخارجية للقصعة وفى الأليورون بينما يوجد فى القمح فى السويداء الخارجي والردة. وربما وجد معظمه (٦٠٪) على هيئة فيتات أحادية الحديديك monoferric phytate. ويتم تغنية دقيق القمح بالحديد بمعدل ٢,٨٩ - ٣,٦مجم / ١٠٠ جم.

٥- الزنك zinc (الخارصين)

أحسن مصادر للزنك فى الحبوب هى جنين القمح وردته ويلاحظ أن إستخلاص الحبوب بدرجة عالية ثم عمل منتجات غير مرتفعة unleavened قد يكون له تأثير على الإتاحة الحيوية للزنك bio-availability والتى تؤثر بالتالى على النمو. بينما هو أكثر إتاحة فسيولوجيا فى المنتجات المرتفعة leavened والإتاحة البيولوجية يظهر أنها لاتتأثر فقط بتأثير الخميرة على الفيتات بل لها علاقة بعوامل أخرى أيضاً كرقم جيد ونسبة الفيتات إلى الزنك.

٦- النحاس copper

إن تنقية الحبوب تؤدى إلى فقد جوهرى فى النحاس ولكن بدرجة أقل من فقد الحديد أو المنجنيز أو الزنك. والمصادر الجيدة له هى جنين القمح وردته.

٧- الصوديوم والبوتاسيوم
sodium & potassium

مستويات البوتاسيوم عالية فى معظم الحبوب فيما عدا الأرز المضروب ومن الناحية الغذائية لايوجد نوع من الحبوب يمكن إعتباره عالياً أو حتى متوسطاً كمصدر للصوديوم. بينما تعتبر الحنطة السوداء والشيلم وردة القمح مصادر جيدة للبوتاسيوم (٤٠٠ - ١٠٠٠ حجم/١٠٠جم)

٨- بعض المعادن الأخرى

الجدول (٢) يعطى بعض المعادن النادرة التى توجد فى الحبوب. ومن غير تلك الموجودة فى الجدول يوجد معادن يصعب تقديرها ومعادن أخرى لاتعرف مستوياتها. فهناك الفلور والبروم والسيلينيوم والكادميوم والزرنيخ والزئبق.

جدول (٢): محتويات بعض الحبوب من المعادن النادرة*.

المعدن	أرز برى	بر/قمح	دخن	ذرة	ذرة رفيعة	شعير	شوفان
الومنيوم				٢١,٧-١٠,٧	٪٠,٠٠٠٤		
بورون					٪٠,٠٠١		
تيتانيوم					٪٠,٠٠٠٤		
رصاص					٪٠,٠٠١		
سيليكون					٪٠,٠٠٤		
قصدير					٪٠,٠٠٠٠٤		
كبريت				١٤	٠,١٨	٠,١٩	٠,٢٣
كروم	< ١				٠,٠٠٠٠٤		
كلور				٠,٠٦	٠,١	٠,١٣	٠,١١
كوبالت		٠,١٠٨**	< ١	٠,٠٢٢	٠,٣٠٤	٢,٨-١>	٠,٠٦٤
موليبدنم					٪٠,٠٠٠١		
نيكل			< ١	١,٧٤-١>	< ١	< ١	
يود				٠,٣٤٤			

* أجزاء فى المليون فيما عدا كما هو موضح. ** فى ردة القمح.

تغنية الحبوب cereal enrichment

(Ranum)

يوجد برنامج لتقوية الحبوب cereal enrichment منذ سنة ١٩٤١ وقد أدت الأمور الآتية إلى بدء هذا البرنامج:

١- إكتشاف الفيتامينات وضروريتها للصحة الجيدة وكذلك المعادن.

٢- تخليق الثيامين والفيتامينات الأخرى إقتصادياً.

٣- إكتشاف أن الكثير من الفيتامينات والمعادن الموجودة فى القمح تزال أثناء الطحن.

٤- وجود أمراض نقص التغذية خاصة البلاجرا (نقص النياسين) بين المجموعات الفقيرة.

٥- تحبيذ تقوية الحبوب.

وقد أصبحت تقويه الدقيق الأبيض إجبارية mandatory خلال الحرب العالمية الثانية فى الولايات المتحدة ولو أنه ألغى بعد الحرب ولكن ١٩ ولاية جعلت التقوية ملزمة قانوناً. وبعد ذلك مدت حكومة الولايات المتحدة برنامج التغنية لتغطية المواد الغذائية الأساسية staples: جريش الذرة corn meal والأرز والعجائن الغذائية pasta.

طبيعة التقوية (التغنية)

nature of enrichment

التقوية fortification يمكن أن تعرف بأنها إضافة المغذيات nutrients (فيتامينات، معادن، بروتين أو أحماض أمينية). وقد وضع الإصطلاح "التغنية

enrichment" لنـــوع معـــين مـــن التقويـــة fortification وإستخدام تحت الظروف التالية:

١- أن الغذاء الذى يتم تغنيته هو غـذاء أساسـى يستهلكه الجمهور يومياً مثل الحبوب ومنتجاتـها: الدقيق، الخبز، جريش الذرة، الأرز. وتكـون هـذه الأغذية طريقة ممتازة لإيصال المغذيات إلى النـاس الذين هم فى أشد الإحتياج إليها.

٢- أن المغذى المضـاف يوجـد بكميات كافيـة فـى الغـذاء الـذى لم يصنـع ولكنـه فقـد فـى التصنيـع العادى مثل الطحن milling.

ويستعمل دليل جودة التغذية (د.ج.ت) Index of Nutritional Quality لتحديـد مـا إذا كـان غـذاء معيناً بحيث يجب تغنيته وهى =

$$\frac{\text{٪ إحتياج المغذى}}{\text{٪ الطاقة التى يعطيها هذا الغذاء من الإحتياج اليومى لها (٢٠٠٠ سعر/اليوم)}}$$

وإذا كان (د.ج.ت) دليل جـودة التغذية قريب مـن ١,٠ يظـهر أن هـذا الغـذاء بـه تـوازن جيـد بـين المغذى والسعرات. أما إذا كانت قيمة د.ج.ت أقـل مـن ١,٠ بكثير فهذا يظهر أن هذا الغذاء منخفض فى هذا المغذى بالنسبة لمحتواه مـن السعرات ممـا يقترح أن التقوية fortification مطلوبة.

ومن أمثلة أن دليل التغذيـة (د.ج.ت) للنياسين فـى القمـح قبـل الطحـن ١,٤ إنخفـض إلى ٠,٢ فـى الدقيق الأبيض وبالتغنية enrichment يمكـن أن يعاد إلى١,٥. ويمكن عمل نفس الشىء مع الحديـد والزنـــك والمغنيســيوم والنحــاس والثيــامين والبيرودكسين والكالسيوم.

٣- ولكـى يمكـــن أن يشــمل برنـــامج التغنيـــة enrichment مغذيـاً nutrient معينـا فيجـب أن يكـون هنـاك دليل جيد علـى نقصـه فـى مجموعـة السكان المعنيين أى يجب أن يكـون هنـاك إحتياج لهذا المغذى. وهـذا صعب إثباته. وربمـا كـان هـذا سبباً فى أنه يوجد أربعة مغذيـات فقـط الآن فـى المقاييس (المعايير standards).

وأحيانـاً يكـون هنـاك إحتياجـاً كبـيراً لمغـذ معـين ليضاف بكميات أعلا مما هو موجود أصلاً فى الغذاء أو لغذاء لم يكـن يحتـوى عليه مـن قبـل وفـى هـذه الحالة يسمى ذلك تقوية fortification وذلـك كمـا فى حالة فيتامين أ.

٤- ولكـى تعمـل التغنيـة enrichment فيجـب ألا تكـون مرئيـة (ملحوظـة) ولاتسـبب أى تغيـير فـى المظهر، النكهـة أو حتـى سعر الغـذاء. وهـذا مـايمنع إضافة الريبوفلافين إلى الأرز حيث يعطى لوناً أصفـر غير طبيعى وكذلـك إعـادة المغنيسيوم إلى الدقيـق حيث تسبب مشاكل نكهة. ولأن فيتامين ئى E غـال فإضافتـه إلى غـذاء أساسـى يـؤدى إلى إرتفــاع ملحوظ فى السعر.

لوائح حكومية وإرشادات
government regulations and guidelines

بينما يعترف بأن إضافة المغذيات للغذاء هى طريقة ذات كفاءة فـى المحافظـة علـى وتحسـين القيمـة الغذائيـة للأغذيـة فـإن التقويـة fortification غـير المنظمة unregulated يمكـن أن تسـبب مشـاكل. فقـــد يحــــدث أن يغــــالى فــــى تقويــــه superfortification بعض الأغذية مما يسبب عدم

توازن غذائى nutrient imbalance. ولذا تقترح هيئة الأغذية والأدوية FDA الظروف الآتية والتى يمكن بسببها إضافة المغذيات إلى الغذاء:

١- تصحيح نقص غذائى معترف به recognized.

٢- لإعادة restore مغذيات فقد فى التصنيع.

٣- لإعادة توازن محتوى المغذى بالنسبة للمحتوى السعرى.

٤- لتجنب نقص غذائى nutritional inferiority فى المنتجات الجديدة التى تحل محل الأغذية التقليدية.

٥- الخضوع للبرامج واللوائح الأخرى.

وتقترح هيئة الأغذية والأدوية أن تتوفر الظروف الآتية عند إضافة المغذيات للأغذية:

١- أن مايأخذه عدد جوهرى من الناس من المغذى هو أقل من المستوى المرغوب فى غذائهم.

٢- أن الغذاء المستخدم لتوصيل المغذيات يستهلك بكميات جوهرية فى غذاء مجموعة الناس الذين هم فى إحتياج لهذه المغذيات.

٣- إن إضافة المغذى لايحتمل معه خلق عدم توازن فى المغذيات الأساسية.

٤- أن المغذى المضاف ثابت تحت ظروف التخزين والإستعمال.

٥- إن المغذى متاح فسيولوجيا من الغذاء.

٦- إن هناك ضمان معقول من ألا تصل الكمية المستهلكة إلى مستوى مسمى.

مقاييس (معايير) التغنية
enrichment standards

يمكن أن تتم التغنية فى المطحن أو المخبز. وهناك معايير للتغنية فى بعض الحبوب ومنتجاتها فى كل من كندا والولايات المتحدة بالنسبة للثيامين والريبوفلافين والنياسين والحديد والكالسيوم كما تتطلب الحكومة الفيدرالية للولايات المتحدة تغنية بعض الأغذية التى تقوم بشرائها فى المغذيات السابق بيانها وكذلك بفيتامين أ فى بعض منها.

ومقاييس التغنية فى الخبز هى ٦٣٪ منها فى الدقيق حيث أن الخبز يحتوى على ٦٣٪ دقيق.

وقد أقترحت الأكاديمية القومية للعلوم – لجنة الغذاء والتغذية فى الولايات المتحدة U.S. National Academy of Sciences, Food Nutrition Board سنة ١٩٧٥ توسيع تغنية الخبز. وقامت بعض الشركات بإنتاج خبز أبيض مكافىء للخبز المصنوع من القمح الكامل بإضافة مغذيات حتى الألياف.

مصادر المغذيات sources of nutrients

تضاف المغذيات كما هى أو [illegible]ـحها أو أكاسيدها وعلى ذلك فكمية مصدر المغذى التى تضاف لتحقيق مقياس معين يجب أن تضبط على أساس تركيز هذا المغذى فى المركب الكيماوى. ففى حالة الفيتامينات مثلا فإن ضبطا تبعا للأوزان الجزيئية يجب أن يتم إذا كان مصدر المغذى المضاف يختلف عن المركب الذى تذكره مقاييس هيئة الأغذية والأدوية. كذلك يجب مراعاة ثبات الفيتامينات وظروف تقوية الأغذية وطرق تعبئتها.

أنظر: القيمة الغذائية للحبوب

فيتامينات الحبوب (Bock)

تلعب الحبوب دورا مهما فى توفير إحتياجات التغذية للإنسان وبعض المغذيات قد تكون الحبوب غنية فيها أو متوسطة أو فقيرة وكما أنه بالنسبة للفيتامينات فإن محتواها يختلف من جزء من الحبة إلى الآخر وعلى ذلك فإن إزالة أجزاء من الحبة أثناء الطحن أو المعاملة يؤدى إلى فقد بعض هذه الفيتامينات.

أ- الفيتامينات القابلة للذوبان فى الدهن fat-soluble

الحبوب عموما منخفضة المحتوى من الدهون وبالتالى أيضا من الفيتامينات القابلة للذوبان فى الدهن أ، د، ئى، ك. غير أن الذرة تتراوح نسبة فيتامين أ فيه من ١٠٠ – ١٠٠٠ وحدة دولية /١٠٠جم بسبب وجود الكاروتينويدات.

والتوكوفيرول (فيتامين ئى) تختلف نسبته من نوع من الحبوب إلى الآخر ولكن زيوت جنين القمح والذرة غنية فيه قد تبلغ نسبته فيها من ٥٠ – ٣٠٠ مجم/١٠٠جم بينما هى منخفضة فى الدقيق.

ونسبة فيتامين د فى زيوت الحبوب منخفضة وتبلغ ١٠ – ١٠٠ وحدة دولية/١٠٠جم.

وتعطى الحبة الكاملة للقمح وكذلك جنينه وردته كميات متواضعة من فيتامين ك (١٠ – ١٠٠ميكروجرام/١٠٠ جم) والذرة مصدر فقير لهذا الفيتامين (صفر – ١٠ ميكروجرام / ١٠٠جم).

وتختلف هذه الفيتامينات فى مقدار ثباتها لظروف المعاملة والتخزين. ويعطى الجدول (١) ثبات هذه الفيتامينات تحت ظروف معينة وكذلك مقدار مايفقد منها أثناء الطبخ.

جدول (١): ثبات بعض الفيتامينات تحت ظروف معينة.

الفيتامين	وسط			وجود هواء أو	ضوء	حرارة	الفقد فى
	متعادل	حمضى	قلوى	أكسيجين			الطبخ ٪
أ	ثابت	غير ثابت	ثابت	غير ثابت	غير ثابت	غير ثابت	٤٠
كاروتين	ثابت	غير ثابت	ثابت	غير ثابت	غير ثابت	غير ثابت	٣٠
د	ثابت			غير ثابت	غير ثابت	غير ثابت	٤٠
ئى	ثابت	ثابت	ثابت	غير ثابت	غير ثابت	غير ثابت	٥٥
ك	ثابت	غير ثابت	غير ثابت	ثابت	غير ثابت	ثابت	٥
ثيامين	غير ثابت	ثابت	غير ثابت	غير ثابت	ثابت	غير ثابت	٨٠
ريبوفلافين	ثابت	ثابت	غير ثابت	ثابت	غير ثابت	غير ثابت	٧٥
نياسين	ثابت	ثابت	ثابت	ثابت	ثابت	ثابت	٧٥
ب٦	ثابت	ثابت	ثابت	ثابت	غير ثابت	غير ثابت	٤٠
حمض فوليك	غير ثابت	غير ثابت	ثابت	غير ثابت	غير ثابت	غير ثابت	١٠٠
حمض بانتوثينيك	ثابت	غير ثابت	غير ثابت	ثابت	ثابت	غير ثابت	٥٠
بيوتين	ثابت	ثابت	ثابت	ثابت	ثابت	غير ثابت	٦٠

الفيتامينات القابلة للذوبان فى الماء
water-soluble vitamins

تعتبر الحبوب مصادر هامة لفيتامينات ب خاصة إذا تم تغنيتها ببعض هذه الفيتامينات.

ويعطى الجدول (٢) نسب خمس من فيتامينات ب فى بعض الحبوب.

جدول (٢): بعض فيتامينات ب فى بعض الحبوب (مجم/١٠٠ جم).

الفيتامين	أرز	أرز برى	بر/قمح	تريتيكال	دخن	ذرة	ذرة رفيعة	شعير	شوفان	شيلم
ثيامين	٠,٣٣	٠,٤٥	٠,٥٥	٠,٦٥	٠,٧٣	٠,٤٤	٠,٥٨	٠,٥٧	٠,٧٧	٠,٤٤
ريبوفلافين	٠,٠٩	٠,٦٣	٠,١٣	٠,٢٥	٠,٣٨	٠,١٣	٠,١٧	٠,٢٢	٠,١٨	٠,١٨
نياسين	٤,٩٠	٦,٢٠	٦,٤٠	٣,٥٠	٢,٣٠	٢,٦٠	٤,٨٠	٦,٤٠	١,٨٠	١,٥٠
حمض بانتوثينيك	١,٢٠		١,٣٦			٠,٧٠	١,٠٠	٠,٧٣	١,٤٠	٠,٧٧
بيريدوكسين	٠,٧٩		٠,٥٣			٠,٥٧	٠,٦٠	٠,٣٣	٠,١٣	٠,٣٣

١- ثيامين thiamin

الثيامين هو أكثر فيتامينات ب فى عدم الثبات (جدول ١) ولو أنه ثابت ضد الحمض ولكنه يتكسر بنسب كبيرة فى الهواء خاصة على أرقام جيد مرتفعة، وكذلك فى المعقمات autoclaving وبالتعرض للكبريتات sulfite والقلويات. وثباته فى الظروف الحمضية يؤدى إلى فقد بسيط فى منتجات الخبيز المتخمرة. وعدم ثباته ضد القلوية ينتج عنه فقد جوهرى فيه فى البسكويتات الحلوة cookies التى تصنع بإستخدام صودا الخبيز baking soda. ويسمح فى الولايات المتحدة بتغنية دقيق القمح بالثيامين بمعدل ٠,٤٤ – ٠,٥٥ مجم/١٠٠ جم دقيق.

٢- ريبوفلافين riboflavin

تغنية دقيق القمح بالريبوفلافين يسمح به بمعدل ٠,٢٦ – ٠,٣٢ مجم/١٠٠ جم دقيق. وهذا الفيتامين حساس للضوء خاصة عند أرقام جيد ودرجات حرارة مرتفعة. ونقص مقدار الفقد فى الخبز العربى من ١٩٪ عندما لم يضاف الفيتامين إلى ٩٪ عندما يغنى الدقيق بمعدل ٠,٦ مجم/١٠٠ جم دقيق.

٣- نياسين niacin

يوجد النياسين فى الحبوب حرا ومرتبطا والإستفادة من الصورة المرتبطة منه فى الإنسان ضعيفة ولذا فالتغنية بهذا الفيتامين تصبح هامة. ويمكن إضافة النياسين على صورة حمض نيكوتينيك إلى الدقيق بمعدل ٣,٥٦ – ٤,٤٥مجم/جم دقيق. وهو عموما ثابت ضد الهواء والضوء والحرارة والأحماض والقلويات ومع التغنية (دقيق القمح) والخبز فإن الفقد يكون أقل مايمكن (١ – ٢٪ فى الخبز العربى) بغض النظر عن معدل التغنية، بل إن نسبة النياسين الحر تزيد فى الخبز والكيك والبسكويت المالح عن نسبته فى الدقيق

الذى تصنع منه هذه المنتجات. وفى تصنيع التورتيلا يعامل الذرة بالقلوى فيتحسن إمتصاص النياسين ربما نظرا لحلمأة المرتبط منه أثناء الخبيز.

٤- بيريدوكسين pyridoxine (ب٦ B6)

يوجد هذا الفيتامين بصوره الثلاث: بيرودوكسين، بيرودوكسال وبيرودوكسامين فى الحبوب ولكن الأكثر وجودا هو البيرودوكسين الذى هو ثابت ضد الحرارة والقلوى القوى أو الحمض ولكنه حساس للضوء خاصة الأشعة فوق البنفسجية فى وسط قلوى. بينما البيرودوكسال والبيرودوكسامين يتأثران بالهواء والحرارة والضوء. والصور الثلاث تنهدم على رقم جيد متعادل بالتعرض للأشعة فوق البنفسجية.

٥- حمض الفوليك folic acid

يوجد حمض الفوليك فى ردة القمح بنسبة تتراوح مابين ٩٠ - ٣٠٠ ميكروجرام/ ١٠٠جم بينما نسبته فى الشعير والذرة والشوفان والشيلم تبلغ من ٣٠ - ٩٠ ميكروجرام/١٠٠جم. وفى الأرز يوجد معظم حمض الفوليك فى الجنين وعلى درجات حرارة عالية (فى المعقم autoclave) فى وجود الأحماض أو القلويات تفقد نسب كبيرة من حمض الفوليك خاصة فى وجود الأكسجين والضوء.

٦- حمض البانتوثينيك pantothenic acid

يوجد هذا الفيتامين بنسب ضعيفة فى الذرة والشعير والشيلم وبنسب أعلا قليلا فى الشوفان والقمح. وفى ضرب الأرز تفقد كميات جوهرية منه وهو يوجد فى الشوفان والقمح والأرز بنسب ٠,٥ - ٢,٠ مجم /١٠٠جم وفى جنين القمح والردة بنسب ٢,٠ - ١٠,٠ مجم /جم.

٧- بيوتين biotin

غذائيا يمكن إعتبار الشعير والذرة والشوفان والأرز مصادر متوسطة (١٠ - ١٠٠ ميكروجرام / ١٠٠ جم) للبيوتن الذى هوثابت نسبيا للهواء والأكسجين والأشعة فوق البنفسجية.

٨- حمض الأسكوربيك (فيتامين ج)
ascorbic acid

لايوجد حمض الأسكوربيك فى الحبوب الجافة ولكن يمكن إستبيانه detected عند إنبات هذه الحبوب.

القيمة الغذائية للحبوب والأغذية التى أساسها حبوب
nutritional quality of cereals and cereal-based foods

تكون الأغذية التى أساسها حبوب معظم مصدر الطاقة والمغذيات وحتى فى أمريكا الشمالية فإنها تمثل ٢٠ - ٢٥٪ من الطاقة الكلية. والحبوب لاتحتوى فيتامين ب١٢ كما أن محتوياتها منخفضة فى بعض المغذيات الهامة. ولكنها عموما مصدر هام للعديد من الأربعين مغذيات اللازمة للصحة الجيدة.

(Ranhotra)

التركيب الكيماوى للحبوب الكاملة
chemical composition of whole grains

تكون الرطوبة والبروتين والدهن والرماد والألياف أهم مكونات التركيب التقريبى proximate. والكربوايدرات تقدر بالفرق بين مجموع المكونات المقدرة و ١٠٠. وكانت الألياف تقدر كألياف خام (سليولوز ولجنين فقط) ولكنها الآن تقدر كألياف غذائية كلية وهذه قد تكون عدة مرات قدر الألياف الخام. وعلى ذلك تصبح مقادير الكربوايدرات بالفرق أقل.

وتتكون الألياف الغذائية الكلية من السليولوز وعديد سكريات غير سليولوزية مثل الهيميسليولوز والمواد البكتينية والصموغ والميوسيلاج واللجنين (مادة غير كربوايدراتية) وجزء الألياف غير الذائب insoluble fiber يساعد فى أمراض القناه الهضمية فى حين أن الألياف الذائبة soluble fiber تساعد فى خفض الكوليسترول والسكر المرتفعين.

المغذيات فى الحبوب الكاملة
nutrients in whole grains

مستويات البروتين فى الحبوب منخفضة خاصة فى الذرة والأرز والشعير كما أن جودته منخفضة لنقص الليسين وبعض الأحماض الأمينية الأخرى الضرورية. والحبوب منخفضة فى الدهن ولكن الدهن الموجود مرتفع فى الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع. وكذلك فالحبوب لاتحتوى كوليسترول. وهى مصدر جوهرى للعديد من الفيتامينات والمعادن ولكن ليس بينها الكالسيوم أو الفوسفور. وبالعكس فالفوسفور ربما وجد كحمض فيتيك الذى لايمتص جيدا كذلك يتدخل فى إمتصاص معادن أخرى.

تصنيع الحبوب
processing of cereal grains

الطحن من أهم عمليات تصنيع الحبوب وهو غالبا يغير من التكوين التقريبى فإستخلاص أقل من ٨٠٪ فى القمح للحصول على دقيق أبيض يزيل الردة والجنين وكلاهما غنى بالمغذيات. وأحيانا العمليات تؤدى إلى تغيير فى المغذيات فقد يتحملأ حمض الفيتيك والسكريات العديدة. كذلك فقد تفقد بعض المغذيات نتيجة للمعاملات الحرارية أثناء الخبز أو الطبخ. كما قد يكون فقد المغذيات راجعا للزمن ورقم جيد والرطوبة والضوء والأكسجين والمعادن والمؤكسدات وبعض المضافات. ولو أن المعاملة الحرارية قد تؤدى إلى تحسن الصورة الغذائية عموما.

المغذيات فى الخبز والمنتجات المتصلة به
nutritients in bread & related products

خبز القمح الكامل به ٢جم ألياف كلية فى كل شريحة وبذا فهو يحتوى على سعرات أقل من الخبز الأبيض وهو أعلا فى الفيتامينات والمعادن فيما عدا مايغنى (يقوى) به الخبز الأبيض (ثيامين، نياسين، حديد وريبوفلافين وأحيانا كالسيوم) ويضاف الكالسيوم للخبز الأبيض لفوائده فى مسامية العظام osteoporosis وسرطان القولون colon cancer وضغط الدم العالى. أما أنواع الخبز الأخرى فيمكن القول بأنها مصادر جيدة للبروتين

والألياف وبعض المعادن والفيتامينات ولكن الصوديوم قد يكون مرتفعا بها.

المغذيات فى منتجات العجائن الغذائية
nutrients in pasta products

تصنع العجائن الغذائية من سميد القمح الصلد semolina of durum wheat وهى يمكن أن تكون مصدرا – بإعتبار ٥,٨ أوقية لوحدة التقديم 5.8 oz serving – (بعد الطبخ) لأكثر من ٢٠٪ من الثيامين والمنجنيز و١٥٪ للحديد والنياسين و١٠٪ للبروتين والنحاس والفوسفور والريبوفلافين و٥٪ من الزنك والمغنيسيوم من المسموح الموصى به يوميا فى الولايات المتحدة U.S. recommended daily allowances وذلك بعد اعتبار الفقد فى الطبخ (معظمه بوتاسيوم وفيتامينات قابلة للذوبان فى الماء).

المغذيات فى تورتيلا الدقيق والذرة
nutrients in flour & corn tortillas

لأن الذرة المستخدمة فى عمل التورتيلا تعامل بالجير فهذه التورتيلا تحتوى كميات منه وكذلك فإن طريقة تحضير التورتيلا تجعل النياسين فى الذرة أكثر إمتصاصا وبذا فإن المجموعات التى تستهلكها لايظهر فيها البلاجرا.

المغذيات فى بعض الأغذية الحلوة والأغذية الخفيفة والأغذية السريعة
nutrients in selected sweet goods, snack foods & fat foods

الدقيق مكون رئيسى فى الأغذية الحلوة وكثير من الأكلات الخفيفة والسريعة وهى تميل إلى أن تكون عالية فى الدهن و/أو السكر وبالتالى فى السعرات بالنسبة لماتحتويه من مغذيات. وقد جمعت وزارة الزراعة الأمريكية U.S. Department of Agriculture هذه الأغذية فى مجموعة غذاء جديدة سميت مجموعة دهون/حلويات/كحول "fats/sweets/alcohol" group.

المغذيات فى حبوب الأفطار
nutrients in breakfast cereals

تقسم حبوب الأفطار تقليديا إلى: جاهز للأكل ready-to-eat وحبوب الإفطار التى تطبخ to-be-cooked cereals.

وأكثر من ٩٠٪ من الجاهز للأكل مقوى بالمغذيات nutrient-fortified ويبدو أن بعض هذه الأغذية تعمل كمصدر جيد للألياف والمغذيات النادرة micro-nutrients. ولكنها ربما كانت عالية فى الصوديوم لإستخدامه فى التصنيع.

أغذية الحبوب من غير القمح
non-wheat cereal foods

الأرز والذرة هى الحبوب الأكثر إستهلاكا بجانب القمح. ففى آسيا الأرز يستهلك بمعدل أكثر من ٢\١١ رطل فى اليوم. والأرز الأبيض – إذا أستهلك – فإنه أقل فى المغذيات عن الأرز البنى brown rice ويتم تغنية الأرز الأبيض فى الولايات المتحدة (فيماعدا الريبوفلافين). والذرة تحتوى على كميات أقل من البروتين والنياسين والمغذيات الأخرى من معظم الحبوب الأخرى. بينما الشوفان له قيمة غذائية أعلا من معظم الحبوب الأخرى.

دور الأغذية التى أساسها الحبوب فى الصحة والمرض
role of cereal-based foods in health and disease

قد تلعب الحبوب دوراً فى تحسين التغذية ومقاومة أمراض إنحلال مزمنة chronic degenerative diseases مثل أمراض القلب والقولون وسرطان الصدر والسكتة stroke ومرض السكر diabetes ومسامية العظام osteoporisis والضغط hypertension (وربما لعب الغذاء دوراً فيها).

أنظر: حبوب (تكوين الحبوب): تغنية الحبوب

كربوايدرات الحبوب

أن جداول تحليل كربوايدرات الحبوب تعطى النتائج عادة تحت الرؤوس: نشا، أميلوز (نسبة منوية من النشا) وألياف كلية وغذائية ذائبة وبيتا جلوكانات وبنتوزانات وسكريات حرة وسليولوز وهيميسليولوز.

وإذا وضعنا طريقة التقدير جانباً لأنها تؤثر على النتائج فإن نسب هذه المكونات تختلف من نوع من الحبوب إلى آخر وفى الأصناف المختلفة لكل نوع والتى تؤثر عليها الظروف البيئية وكذلك درجة الطحن.

١- القمح/البر wheat

القمح/البر هو أكثر الحبوب إنتاجاً فى العالم (جدول ١ حبوب) ولذا سيكون هو أول نوع من الحبوب يتم الكلام عنه. كما أن النشا وهو أكبر مكوناته الكربوايدراتية هو موضع المناقشة فى الإبتداء.

النشا starch

(Eliasson)

يبلغ مقدار النشا فى دقيق القمح من ٧٤ – ٩٠٪ على أساس الوزن الجاف تبعاً لنسبة الإستخلاص extraction rate. وتؤثر خواص النشا على وظيفة دقيق القمح فى الخبز وحجم الرغيف الناتج. ويعطى النشا الخميرة السكريات المتخمرة كما أنه يساهم فى تركيب اللب crumb وتركيب ولون القشرة crust وإن لعب السكر وغيره أدواراً فى هذا العمل. كما يلعب النشا دوراً فى التغيرات غير المرغوبة التى تحدث أثناء تخزين الخبز. كما أن تفاعلاته مع البروتين أثناء الخبز هامة وقد يكون لها علاقة بالأجون staling.

تركيب القمح وكربوايدرات

(Becker & Hanners)

يعطى الجدول (١) تركيب حبة القمح الكاملة ودقيقه وردته كنسبة مئوية.

حبيبة النشا starch granule

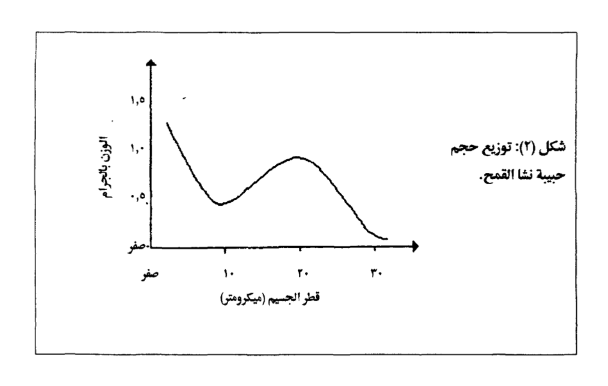
(Eliasson)

يوجد النشا فى خلايا خاصة (بلاستيدات نشوية amyloplast) على هيئة جسيمات تعرف بإسم حبيبات granules. وكل حبيبة نشا تخلق فى (كل) بلاستيدة نشوية وشكل وحجم حبيبة النشا يمثل أصلها النباتى (شكل ٢).

جدول (١): تركيب القمح وكربوايدراته.

المكون ٪	القمح الكامل	دقيق	ردة
الرطوبة	١١,٥ – ١٤,٠	–	٣,٧ – ١٧,٧
بروتين	١٣,٣ – ١٥,٣	١٤ – ١٨	١١,٩ – ٢٢,٩
دهن	١,٩ – ٢.٠	٠,٩ – ٢,٤	٣,٠ – ٦,٨
رماد	١,٧ – ١,٨٥	٠,٤ – ١,٤	٣,٨ – ٩,٦
نشا	٥٣,٠	٦٥ – ٧٤	١٤,١
أميلوز (٪ من النشا)	١٧ – ٢٧	–	–
ألياف غذائية كلية	٩,٩ – ١٤,٦	٢,٣ – ٥,٦	٤٢,٦
ألياف ذائبة كلية	٢,٠٧	١,٧	–
بيتا جلوكانات	٠,٣٤ – ١,٤	–	–
بنتوزانات	١,٤١ – ٦,٧١	١,١ – ٢,٦	٢١,٦ – ٢٦,٥
سليولوز	–	٠,٣	٣٥,٢
هيميسليولوز	–	٢,٤	٤٣,١
سكريات حرة	٢,١ – ٢,٦	١,٢ – ٢,١	٧,٦

تختلف بعض هذه القيم تبعاً للمعمل القائم بالتحليل.



شكل (٢): توزيع حجم حبيبة نشا القمح.

ويبلغ حجم حبيبة نشا القمح من ١ – ٣٠ ميكرومتر ويوزع فى حجمين bimodal size distribution كما هو الحال فى الشيلم والشعير أيضا. والحبيبات الصغيرة تعرف بإسم حبيبات ب B-granules وهى كروية وقطرها أقل من ١٠ ميكرومتر مع متوسط حوالى ٤ ميكرومتر. بينما الحبيبات الكبيرة تعرف بإسم حبيبات أ A-granules عدسية lenticular وقطرها أكبر من ١٠ ميكرومتر مع متوسط يبلغ ١٤,١ ميكرومتر وحبيبات أ لها أخدود إستوائى equatorial. وتمثل حبيبات ب ٢٣,٩ – ٢٨,٢٪ من حجم النشا الكلى، ٩٠٪ من عدد حبيبات النشا. وتظهر حبيبات أ أولا بعد أربعة أيام من الأزهار الكامل anthesis بينما لايبتدىء تخليق حبيبات ب إلا بعد أسبوعين من الأزهار الكامل anthesis وعلى ذلك فهناك تغير فى عدد حبيبات النشا وتوزيع حجومها أثناء التطور development والبلوغ maturation. ويمكن النظر إلى حبيبات ب إلى أنها تملأ الفراغات بين حبيبات أ الأكبر. ونظرا لأنها ربما تكون محشورة فربما تفقد كرويتها أحيانا كما أن حبيبات أ ربما أظهرت بعض الثلمات indentation وتختلف حبيبات أ، ب فى تركيبها وخواصها (جدول ٢).

ونسبة الحبيبات الصغيرة فى دقيق القمح مهمة فى الخبز فعندما أستخدمت الحبيبات الصغيرة فإن حجم الرغيف بلغ ١٤٧ مل فى حين أن إستخدام الحبيبات الكبيرة أعطى رغيفا حجمه ٢٠٩ مل. وقد وجد أن أحسن إرتباط بين الحبيبات الصغيرة والكبيرة للحصول على أحسن حجم هو الموجود فى الدقيق الطبيعى native flour وتبلغ أبعاد حبيبة النشا المدى الأعلى للغرويات (١٠^-٦^–١٠^-٩^ م) وحبيبات النشا أكبر كثيرا من الجلوتينينات glutenins حتى تلك التى يبلغ وزنها الجزيئى ٢٠ مليون. ولكنها صغيرة بدرجة تسمح لها بإعطاء سطح بينى interface كبير (جدول ٢) ومساحة السطح النوعى specific surface area لكل النشا حوالى ٠,٤م^٢^/جم مما ينتج عنه سطح بينى نشا – جلوتين حوالى ٠,٢م^٢^/جم فى العجين. وعلى ذلك فيحتاج إلى كمية ضخمة من الجلوتين لإحاطة حبيبات النشا.

الأميلوز والأميلوبكتين
amylose & amylopectin

تكاد تتكون حبيبة النشا من السكريات العديدة أميلوز وأميلوبكتين ٩٨,٥ ± ٠,٥٪ منها α جلوكان والوحدة فيها تتصل برابطة ألفا α (١ ← ٤) وإن إحتوى الأميلوبكتين على بضع روابط (٤ – ٥٪) من ألفا α (١ ← ٦) حيث يحدث التفرع. كلا الأميلوز والأميلوبكتين لها مدى من الحجوم الجزيئية (عدة الوحدات فى البوليمر) وتبلغ نسبة حوالى ٢٩٪ وإن كانت أعلا قليلا فى حبيبات أ عن حبيبات ب. وفى حبيبة نشا القمح – كما فى النشا من مصادر أخرى – فإن هناك جزءا حوالى ٥ – ١٠٪ يوصف بأنه متوسط مابين الأميلوز والأميلوبكتين وهذا يختلف فى التفرع.

والأميلوز أساسا سلسلة مستقيمة linear ودرجة تبلمرها (د.ب DP) حوالى ١٢٩٠ فى نشا القمح. (عموما درجة تبلمر نشا الحبوب أقل من تبلمر الأميلوز فى النشا من المصادر الأخرى).

جدول (٢): مكونات وخواص حبيبات أ ، ب فى نشا دقيق القمح. (Eliasson)

المكون أو الخاصية	حبيبة أ	حبيبة ب
أميلوز	١,٠ ± ٢٩,٢	١,٦ ± ٢٧,٤
دهون (مجم/١٠٠ جم)		
أحماض دهنية حرة FFA	٢٥ ± ٨٤	٥٠ ± ١٦٢
فوسفوليبيدات محللة LPL	٦٥ ± ٨٤٥	٩٠ ± ١٠٦٢
متوسط الحجم (ميكرومتر٣ μm^3)	٢٢١ ± ١٨٢٤	١١,٦ ± ٥٦,٦
متوسط القطر (ميكرومتر μm)	٠,٦ ± ١٤,١	٠,٢٨ ± ٤,١٢
مساحة السطح النوعى (م٢/جم)	٠,٠١١ ± ٠,٢٦٥	٠,٠٥٨ ± ٠,٧٨٨
درجة حرارة التجلتن (م°)		
د.ن.ف.ك BEPT		
الابتداء	٥٤,٨	٥٥,٩
النقطة المتوسطة	٥٨,٤	٦١,٥
النهاية	٦٢,٠	٦٤,٨
ق.ع.م.ح DSC		
درجة الابتداء (دب م° T_0 °C)	٢,٤ ± ٥٦,٨	١,٩ ± ٥٥,٩
درجة القمة (دق م° T_m °C)	٢,٠ ± ٦٢,٣	١,٧ ± ٦٢,٨
Δ ح جول/جم Δ H J/g	١,٥ ± ٩,٩	١,٢ ± ٩,٤

الأرقام متوسطات وانحراف معيارى لثلاثة وعشرين عينة.

د.ن.ف.ك : درجة الحرارة النهائية مقاسة بالانفصال الانكسارى للأشعة المستقطبة.

BEPT : birefringence end point temperature.

ق.ع.م.ح : قياس معدل امتصاص الحرارة

DSC : differential scanning calorimetry

وقد وجد ١,٦٪ من الجلوكوز في الأميلوز في روابط التفرع (١ ← ٦) وإنحلال الأميلوز البيتا -β amylosis في القمح يصل إلى ٧٧ – ٧٩٪ بواسطة بيتا أميلاز والذى يحلمىء روابط ألفا α (١ ← ٤) ولايحلمىء روابط ألفا α (١ ← ٦). وقد ذكر البعض أن هناك ٤,٨ سلسلة (١ ← ٦) في كل جزىء من نشا القمح. ودراسات أشعة س X-rays دلت على أن الأميلوز يوجد في ملف إعتباطي غير منتظم random coil وإن وجد بعض الحلزونات القصيرة وهى غير ثابتة وبالرغم من هذا التفرع فإن الأميلوز يسلك مسلك البوليمر المستقيم في المحلول.

شكل (٣): أميلوز في محلول.

ويتميز الأميلوز في المحلول بخاصيتين لهما إرتباط بعملية الخبيز: الأولى الميل الشديد لتكوين روابط أيدروجينية داخل الجزىء intramolecular مما يعنى ميلا قويا إلى التبلر crystallization (أو الإنتكاس/الإنحطاط retrogradation) وعلى ذلك فمحلول الأميلوز ليس ثابتا تماما ففي محلول ٢,٤٪ أميلوز يحدث التعكر turbidity في بضع دقائق بعد رفع درجة الحرارة إلى ٣٢°م وتبلغ العكارة مداها في ساعة إلى ساعتين ويعتقد أنها تحدث من إنفصال الأطوار phase separation. ويصحب التعكر التبلر crystallization ولكن بمعدل أقل ويحدث التبلر في الطور الغني بالبوليمر.

والخاصية الثانية للأميلوز في محلول هى قدرته على تكوين معقدات تضمين حلزونية helical inclusion complexes ففي وجود الخالب الرابط المناسب ligand يكون الأميلوز حلزونا helix مع الخالب الرابط ligand في الفجوة cavity. وتكوين المعقد complex بين اليود والأميلوز يعطى اللون الأزرق الذى يمتص عند لامدا ٦٤٠ ن م λ = 640 nm. ومن الخوالب الرابطة الأخرى الدهون القطبية ومعقد الأميلوز–دهن amylose-lipid complex.

أما الأميلوبكتين فجزيئة أكبر كثيرا من الأميلوز ودرجة بلمرته (د.ب DP) تبلغ ١٠٠٠٠ أو أكثر. وربما كان الأميلوبكتين من أكبر الجزيئات الموجودة في الطبيعة ويختلف حجم جزىء الأميلوبكتين كثيرا ويتأثر بالصنف وموقع النمو وفي الأميلوبكتين – وهو متفرع – يبلغ متوسط طول السلسلة ٢٥ وحدة جلوكوز غير مائية anhydroglucose وإن إختلف طول السلسلة كثيرا. ويوجد توزيع الحجم في ثلاثة أشكال trimodal وربما في أربعة tetramodal ويتراوح طول السلسلة من ١٠ إلى ١٧ إلى ٥٦ إلى ٢٠٠

وهى فى القمح الصلد durum ١٧ وفى القمح الطرى soft ٢٠. ولكن نمط pattern التفرع فى الأميلوبكتين كان واحدا فى عشرة أصناف من القمح. وهناك ثلاثة أنواع من السلاسل : سلاسل أ A-chains ترتبط بالجزىء خلال روابط ألفا (١ ← ٦) ولكن الإرتباطات الأخرى كلها (١ ← ٤) وسلاسل ب ترتبط بنفس الطريقة وأن كانت تحمل أيضا سلاسلا أخرى أ و/أو ب عن طريق رابطة ١ ← ٦. وهناك سلسلة واحدة ج C-chain وهى السلسلة التى تحمل النهاية الوحيدة المختزلة reducing فى الجزىء ونسبة أ ، ب مهمة وتبلغ ١ – ١,٥ (شكل ٤). (Eliasson)

شكل (٤): شكل الأميلوبكتين العنقودى
Cluster model of amylopectin

ولاتظهر محاليل الأميلوبكتين الميل الشديد للإنتكاس الذى يحدث مع محاليل الأميلوز وإن تبلر الأميلوبكتين تحت الظروف المناسبة. وتحدث العكارة فى محاليل يزيد تركيزها عن ١٠٪ على درجة حرارة أقل من ٥°م وفى محلول ٢٠٪ أميلوبكتين وصلت العكارة أقصاها فى ٤ – ٥ أيام. وكذلك فإن مقدرة الأميلوبكتين على تكوين معقدات تضمين inclusion complexes أقل كثيرا من مقدرة محاليل الأميلوز. وهى تكون معقدا أحمر–بنى (أسمر) مع اليود له أقصى إمتصاص عند λ = 530-540 nm (لامدا ٥٣٠ – ٥٤٠ ن.م)

وإذا خلط محلولا أميلوز وأميلوبكتين يتكون طوران الأعلا منهما غنى فى الأميلوز والأسفل غنى فى الأميلوبكتين.

المكونات الصغرى minor components

يوجد فى نشا الدقيق بجانب الأميلوز والأميلوبكتين مكونات أخرى بنسب ١٪ أو أقل وأكثرها وجودا هى الدهون القطبية والتى تبلغ نسبتها حوالى ١٪ وإن إختلفت من حبيبات أ إلى حبيبات ب (جدول ٢). فحبيبات ب بها ١٢٢٠مجم دهن/١٠٠ جم نشا بينما حبيبات أ بها حوالى ٩٣٠مجم/١٠٠ جم. وفى نشا القمح فإن الفوسفاتيديل كولين المحلل lysophosphatidyl choline يمثل ٩٠٪ من الدهون القطبية ومن الصعب إستخلاص دهون النشا الحقيقية ويمكن أن توصف بأنها دهون داخلية internal lipids ويعتقد أنها توجد فى

معقدات التضمين الحلزونية للأميلوز helical amylose inclusion complexes.

ومن المكونات الصغرى الأخرى للنشا البروتين وقد تبلغ نسبة البروتين ٠,١ – ٠,٢٥٪ أو حتى بالتنقية ربما وصلت إلى أقل من ٠,١ ونوع البروتين يختلف أولا بتأثير طريقة تحضير النشا وربما وجدت بروتينات مشابهة للجليادينات على سطح حبيبة النشا. وكذلك ربما وجدت أنزيمات الألفا α أميلاز والبيتا β أميلاز. كما يوجد بروتين لاهو من نوع الجليادين ولا هو أنزيم ولكن يستخلص بالملح وله وزن جزيئي يبلغ ٣٠٠٠٠ ونسب الجلوتامين والبرولين فيه منخفضة جدا (حوالى ١٥٪ من الأحماض الأمينية) كما أن تركيب (تكوين) الأحماض مختلف عنه فى الجلوتين وهذا البروتين يمثل ٨٪ من البروتينات المرتبطة بالنشا. كما يوجد بروتين آخر على سطح حبيبة النشا يرتبط بصلابة hardness السويداء وبالتالى بخواص القمح الطحنية. كما يمكن إستخلاص بروتينات أخرى من النشا بعد جلتنة النشا ولذا تسمى داخلية وهى من عدة مكونات أوزانها الجزيئية تتراوح مابين ٥٠٠٠٠ – ٩٠٠٠٠. وقد أمكن إستخلاص ٣,٣٩ مجم بروتين من ١٠ جم نشا.

وعند فصل النشا من الدقيق فإن نسبة البروتين عادة تكون أعلا من ٠,١٪ وإذا جزىء fractionated النشا إلى نشا أولى primary معظمه حبيبات أ ونشا ثانوى secondary معظمه حبيبات ب فإن محتوى البروتين فى النشا الأولى يكون ٠,٣٤ – ٠,٣٥٪ فقط بينما قد يصل محتوى البروتين فى النشا الثانوى ٤,٠٪ ويرجع هذا الإختلاف إلى أن البروتين يتعلق attach إلى سطح حبيبة النشا أثناء المعاملة. وتقل نسبة البروتين كثيرا إذا عومل النشا بالتوليوين أو الإنزيمات البروتيولوتية.

سطح حبيبة النشا

إن ترتيب الأميلوز والأميلوبكتين على سطح حبيبة النشا غير معروف بالتفصيل ولكن النهايات غير المختزلة لمجموعات السكر فى جزيئات النشا توجد عند السطح. ويزيد الأميلوز مع البلوغ/النضج maturation فربما كان الجزء الخارجى للحبيبة أغنى فيه. كذلك فإن جزيئات الأميلوز يزيد حجمها مع البلوغ ويزيد الفوسفور – وهو يكاد يكون كليا من الدهون – فى إتجاه الطرف (محيط) الحبيبة.

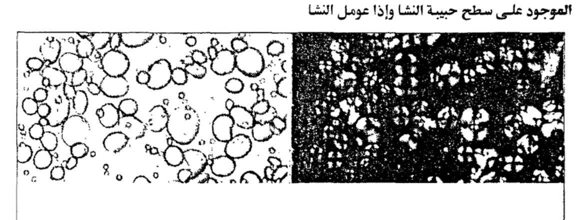
وسطح حبيبة النشا ثابت بدرجة ملحوظة وعندما تهاجم الأنزيمات حبيبات نشا القمح فإنها تكون حفرا pits وتحلمىء الحبيبة من الداخل وهى تفضل مهاجمة حبيبات أ الكبيرة عن حبيبات ب وخاصة عند الأخدود الوسطى/الإستوائى وبعد بضعة أيام من الأنبات فإن الحفر توجد على كل سطح الحبيبة.

وتوجد مركبات أخرى على سطح حبيبة النشا بجانب الأميلوز والأميلوبكتين ويعتمد جهد زيتا Zeta-potential لحبيبات ب على رٌ . جيد وعند أرقام جيد أقل من ٣,٧ فإن جهد زيتا يكون موجبا وعند أرقام جيد أعلا من ٣,٧ يكون هذا الجهد سالبا. وبالإستخلاص بمذيبات مختلفة فإن الإعتماد على جيد تغير وفسر هذا بأن الفوسفوليبيدات توجد على سطح حبيبات نشا القمح والإختلاف فى قابلية إستخلاص الدهون من نشا القمح له علاقة أيضا

بوجود دهون داخلية ودهون سطحية. وبإستخدام المطيـاف الألكـتروني للتطبيقـات الكيماويـة (ESCA) electron spectroscopy for chemical application إكتشف وجـود الكربـون والأكسـجين والنـتروجين والسـليكون والفوسـفور والكـبريت وفقـط كـان الكربـون والأكسـجين موجودين بكميات كبيرة وربمـا وجـد النـتروجين كـأميد والكـبريت ككـبريتيد والفوسـفور كفوسـفات والسليكون إما من سليكات أو سليكا أو من تلوث. وعلى ذلك فربما إحتوى سطح حبيبة النشا على بروتين وعلى فوسـفوليبيدات. ومعاملة سطح حبيبة النشا بإنزيم بروتياز تسبب فى أن يفقد هذا السطح تماما النتروجين والفوسفور بما قد يعنى أن الدهـون ترتبط بالسطح بواسطة بروتـين. والصبـغ بصبغـات البروتين يظهر أيضا وجود بروتين على سطح حبيبة النشا. كذلك فإن سطح حبيبة النشا محـب للمـاء hydrophilic ومقدرتـه علـى ربـط الزيـت ضعيفـة ولكـن يمكـن جعلـه كارهـا للمـاء hydrophobic بمعاملته بالكلور أو الحرارة مما يؤثر على البروتين الموجود علـى سطح حبيبة النشا وإذا عومل النشا الكاره للماء بإنزيم الببسين فإنه يفقد مقدرته على ربط الزيت ولكن إذا لم يوجد الماء فإنه يمكـن أن يشتت dispersed النشا بسهولة فى الزيت.

تنظيم حبيبة النشا
organization of starch granule

نشا القمح الطبيعى native – مثل النشا الطبيعى مـن المصـادر الأخـرى – يعطـى ظـاهرة الإنكسـار المـزدوج birefringent فـى الضـوء المسـتقطب polarized light (شكل٥). كما أنه له نمط فى أشـعة س يعـرف بإسـم نمـط أ A-pattern. ونشـا القمح المجلتن gelatinized قد يظهر نمط ڤ -V pattern نتيجة وجـود معقد الأميلـوز–دهـن بينمـا النشـا المنتكـس retrograded يظـهر نمـط ب -B pattern. ووجـود ظـاهرة الإنكسـار المـزدوج birefringence يبـين أن حبيبـة النشـا متباينـة الخـواص anisotropic أى أن هنـاك نوعـا مـن التنظيم فى هذه الحبيبة بينما تظهر أنماط أشعة س أن حبيبة النشا متبلرة جزئيا.



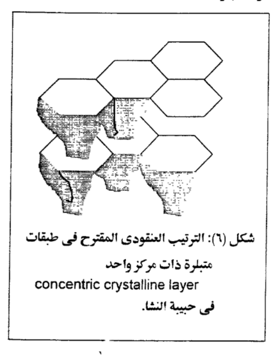
٥٠ ميكرومتر

شكل (٥): حبيبات النشا فى المجهر الضوئى. إلى اليمين الضوء المستقطب وإلى اليسار الضوء العادى.

وبعكس ما قد يتوقع فإن مكون التبلر ليس فى الأميلوز بل فى الأميلوبكتين حيث أن النشا الشمعى waxy starches - والذى يكاد لايحتوى على أميلوز يعطى أنماطا جيدة لأشعة س. كما أن مقدرة التبلر تبقى حتى بعد نض leach الأميلوز من الحبيبة. وتختلف مقدرة التبلر من صفر - ٦٠٪ وقد وجد أن الحبيبات الصغيرة لها تنظيم لقابلية التبلر أكبر من الحبيبات الكبيرة. وأن هناك نوعان من إجزاء النشا fractions نوع متبلر crystalline ونوع غير متبلر amorphous وأن حبيبات الجزء المتبلر صغيرة الحجم. ويبلغ حجم البليمرات (البذرة البلورية) crystallites فى نشا القمح ١٠٠ أنجستروم Å وأنه ليس هناك فرقا فى حجم البليمرات (البذرة البلورية) crystallites بين حبيبات أ وحبيبات ب. وقد أقترح أن حبيبة النشا تتركب من طبقات وأن الطبقات تتبادل alternating layers فى خواصها من حيث: معامل الإنكسار refractive index والكثافة density وقابلية التبلر crystallinity ومقاومة الإنزيمات. وفى المجهر الضوئى فإن هذه الطبقات تكون مرئية visible فى نشا البطاطس بدون أى معاملة بينما لرؤيتها فى هذا المجهر فى حالة نشا القمح يحتاج الأمر معالجة هذا النشا بالإنزيمات أو الحمض (شكل ٦).

(Eliasson)

وتحيط هذه الطبقات بمنطقة مركزية (سرة hilum) فى اصداف ذات مركز واحد concentric shells فى حين أن جزيئات النشا تتوجه شعاعيا/قطريا radially فهى عمودية perpendicular على هذه الطبقات (التى سميت حلقات نمو growth rings) كذلك وعلى السطح حبيبة النشا. ولكى لاتوجد فراغات فربما ملأت مواد غير متبلرة هذه الفراغات. وربما أيضا وجدت الدهون فى المنطقة غير المتبلرة.



شكل (٦): الترتيب العنقودى المقترح فى طبقات متبلرة ذات مركز واحد concentric crystalline layer فى حبيبة النشا.

ظاهرة الجلتنة
gelatinization phenomenon

عند تسخين النشا فى الماء تحدث تغيرات مميزة تظهر فى السلوك الإنسيابى rheological behavior مثل زيادة اللزوجة. ومدى هذه التغيرات لايعتمد فقط على نوع النشا بل أيضا على محتوى الماء فلابد من أن يتعدى تركيز النشا قيمة معينة ليحدث تغير فى اللزوجة التى لاتعتمد فقط على التركيز بل أيضا على صنف القمح. وهذا يرتبط بعدد الأجزاء فى الحبيبات الكبيرة number fraction of large granules وبحجم أجزاء جسيمات النشا المنتفخة volume fraction of smaller starch particles

وتساهم التغيرات فى الإنسياب فى عقد لب الخبز أثناء الخبيز وربما تسببت فى نهاية الإنتفاخ الفرنى oven spring وعلى ذلك فهى أساسية فى تركيب اللب crumb.

ويستخدم إصطلاح الجلتنة gelatinization ليصف عدة تغيرات تحدث فى النشا على فترات من درجات حرارة مختلفة، وتتضمن هذه التغيرات: إختفاء ظاهرة الإنكسار المزدوج birefringence وإختفاء نمط حيود أشعة س X-ray diffraction pattern وحدوث إمتصاص للماء مع إنتفاخ swelling وتغيير فى شكل وحجم حبيبات النشا ونض الأميلوز (الأميلوبكتين) من الحبيبات وتكون جل gel أو عجينة paste. والحدث الأساسى يمكن إعتباره تلاشى/ذوبان melting التركيب البلورى crystalline وبالتالى إختفاء نمط أشعة س وكل الأحداث الأخرى يمكن إعتبارها نتيجة لهذا الحدث الأساسى.

١- الإنكسار المزدوج birefringence

يُفقَد الإنكسار المزدوج birefringence فى الضوء المستقطب عندما يسخن نشا القمح فى ماء ويرتبط هذا الفقد بمحتوى الماء. ففى تركيزات أعلا من ٥٠٪ ماء يتم الفقد على درجات حرارة ٦٥°م أو أقل وعند تركيزات ٥٠٪ ماء فإن هذه الظاهرة تظل موجودة فى حبيبات النشا على درجة حرارة ٧٥°م وفى تركيز ماء قدره ٣٠٪ فإنها تظل موجودة حتى بعد المعاملة على ١٣٢°م.

ونظراً لأن نسبة النشا إلى الماء تتغير فى قشرة الخبز crust أثناء الخبيز نظراً لتبخر الماء فربما وجدت حبيبات نشا تعطى هذه الظاهرة فى القشرة. ومدى درجة حرارة التجلتن قد يزاد عن طريق المكونات مثل السكر. وفى الكيك والبسكويت حيث تكون نسبة النشا إلى كل من السكر و/أو الدهن منخفضة فإن حبيبات النشا قد تظهر ظاهرة الإنكسار المزدوج.

٢- نمط حيود أشعة س
X-ray diffraction pattern

يظهر نشا القمح نمط أ فى أشعة س وبعد الجلتنة يظهر نمط ڤ نتيجة معقد أميلوز/بكتين. والتغير فى قابلية التبلر متدرج وهو دالة لدرجة الحرارة. فإذا سخن معلق ٢٩٪ (وزن/وزن) لنشا فى ماء إلى درجة حرارة ٩٥°م فإن نمط أ يكون هو الملحوظ فإذا أصبحت هذه النسبة أعلا من ٤٣٪ فإن نمط ڤ فقط يتكون وفيما بين هاتين النسبتين يوجد النمطان أ ، ڤ.

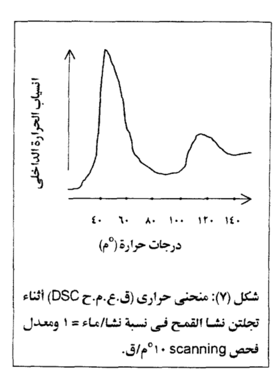
٣- منحنى حرارى (لقياس) معدل إمتصاص الحرارة DSC thermograms

يعطى الشكل (٧) منحنى حرارياً thermogram (ق.ع.م.ح DSC) لمعدل إمتصاص الحرارة لنشا/ماء بنسبة ١ مع معدل تسخين ١٠°م/ق.

(Eliasson)

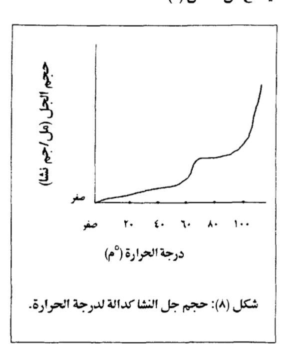
وإذا زيدت نسبة النشا/ماء فإنه يجب رفع درجة الحرارة للوصول إلى جلتنة تامة. وهناك إختلافات بين أصناف القمح فى مدى درجات حرارة الجلتنة حيث يتجلتن نشا قمح الشتاء على درجات حرارة أقل عن قمح الربيع. وهناك علاقة بين درجة الحرارة القصوى عند قمة المنحنى وحجم الرغيف

النوعى loaf specific volume. كما أن هناك إختلافات صغيرة بين معالم parameters الحبيبات الصغيرة والكبيرة (جدول ٢).



شكل (٧): منحنى حرارى (ق.ع.م.ح DSC) أثناء تجلتن نشا القمح فى نسبة نشا/ماء = ١ ومعدل فحص scanning ١٠°م/ق.

نسبة ٢٠ : ١ ويبدو أن الإنتفاخ يرتبط بمحتوى الأميلوبكتين ويعمل الأميلوز كمخفف diluent. وانتفاخ حبيبة نشا القمح دالة لدرجة الحرارة كما يتضح من الشكل (٨).



شكل (٨): حجم جل النشا كدالة لدرجة الحرارة.

٤- الإنتفاخ swelling

تمتص حبيبات النشا الماء أثناء الجلتنة وتنتفخ وقدر قطر حبيبة نشا القمح المتجلتن فكانت ٣٤ ميكرومترا µm مع إختلافات كبيرة ±٢٤ ميكرومترا. ويعتمد الإنتفاخ على نسبة النشا/الماء ويقل مع زيادة تركيز النشا. وحجم حبيبة النشا دالة لدرجة الحرارة ويعرف معامل الإنتفاخ بأنه =

$$\frac{\text{حجم الحبيبات المنتفخة}}{\text{الحجم الأصلى للنشا}}$$

وبالنسبة لنشا القمح فقد كان على ٧٠°م ، ٢,٥٦ مع نسبة ماء/نشا بالوزن ١ : ١ ، ٦,٠١ عندما كانت هذه النسبة ٥ : ١ ، ٦,٦٨ عندما كانت ١٠ : ١ ، ٧,٠١ عند

٥- الذوبان solubility

أثناء تسخين النشا تنض جزيئات من داخل الحبيبات إلى الخارج وأول جزىء ينض هو الأميلوز ويحدث ذلك كدالة لدرجة الحرارة (شكل٩). ويحدث نض جزيئات الأميلوز الأصغر عند درجات الحرارة الأقل بينما على درجات الحرارة الأعلا تنض الجزيئات ذات الأوزان الجزيئية الأعلا. كما ينض أيضا الأميكوبكتين خاصة إذا كانت المعاملة الميكانيكية أثناء التسخين شديدة. وتبلغ نسبة الأميلوز فى المادة المنضة leached out material حوالى ٨٠٪ وإذا ثبط نض الأميلوز يثبط تكون الجل فيبدو أن نض الأميلوز ضرورى

للإنتفاخ وتكوين الجل (شكل ٩). وعلى درجة حرارة الغرفة فإن نض الأميلوز يمكن إهماله (نض السكريات العديدة) ولكن إذا تضررت حبيبة النشا كما قد يحدث من المعاملة الميكانيكية فى الطحن فإن جزيئات الأميلوز تنض أو تستخرج بسهولة حتى على درجة حرارة الغرفة ويستخدم هذا الإختلاف كأساس لطريقة الإستخلاص فى تقدير تضرر النشا. (Eliasson)

أميلوز منض (مجم/١٠٠ جم نشا)

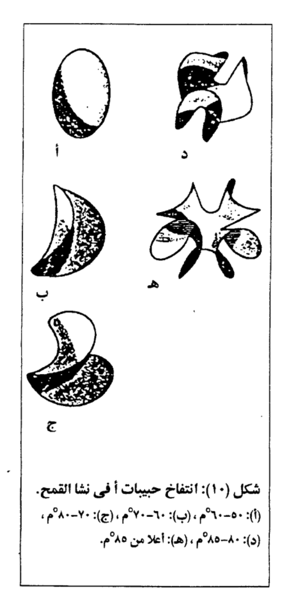
درجة الحرارة (°م)

شكل (٩): نض الأميلوز أثناء تسخين نشا القمح.

٦- الشكل والحجم shape & size

إن إنتفاخ حبيبات النشا والذى يصحبه نض الأميلوز (والأميلوبكتين) يؤثر على شكل وحجم حبيبة النشا فالحبيبات عادة تزيد فى الحجم نتيجة إمتصاص الماء وعند نقطة معينة تنهار ولكن نشا القمح والشيلم والشعير تظهر بعض الإختلاف. فالحبيبات لاتتمدد بإنتظام عند إمتصاص الماء فالإنتفاخ يبدو أنه أكثر عند المناطق القريبة للأخدود الإستوائى equatorial groove وربما رجع ذلك إلى عدم تماثل توزيع جزيئات الأميلوبكتين.

ويمثل شكل (١٠) نمط إنتفاخ حبيبات أ فى القمح. أما حبيبات ب فإنتفاخها مثل إنتفاخ نشا المصادر الأخرى كالذرة maize فهى تتمدد بإنتظام uniformly فى جميع الجهات عندما تمتص الماء. (Eliasson)



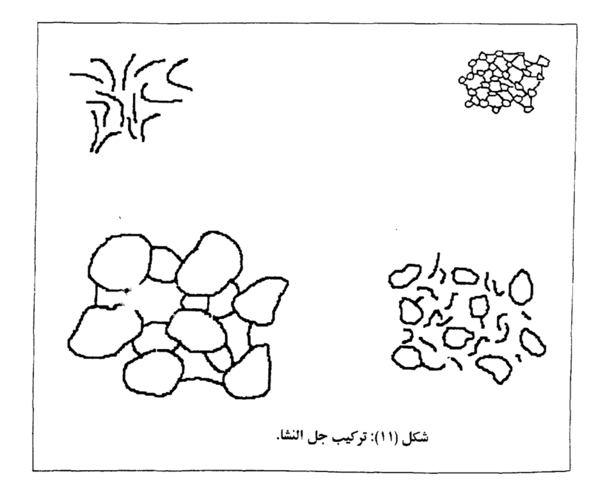
شكل (١٠): انتفاخ حبيبات أ فى نشا القمح.
(أ): ٥٠-٦٠°م ، (ب): ٦٠-٧٠°م ، (ج): ٧٠-٨٠°م ، (د): ٨٠-٨٥°م ، (هـ): أعلا من ٨٥°م.

وترتبط تغيرات شكل حبيبة نشا القمح بكل من درجة الحرارة والتركيز وإذا زاد تركيز النشا لابد من زيادة درجة الحرارة للحصول على نفس التغيرات التى تتم على تركيزات أكثر إنخفاضا. وإذا سخن

نشا القمح أثناء القص shearing فإن الطبقات الخارجية لحبيبة النشا يظهر فيها تجزئة fragmentation.

٧- السلوك الإنسيابى rheological behavior

إن الإنتفاخ والذوبان والتغيرات الأخرى المذكورة أعلاه تؤثر على السلوك الإنسيابى لجل النشا. والجل يقسم إلى جل جزيئات كبيرة macromolecular وجل جسيمات particle gels (أنظر: جل) وكلاهما يظهران فى شكل (١١). وفى جل الجزيئات الكبيرة فإن حبيبة النشا ومكوناتها يحدث لها تشتت كامل فهناك محلول من أميلوز وأميلوبكتين وتخضع لميكانيزم محاليل الجزيئات الكبيرة فيتكون الجل فوق تركيز معين نظرا للتشابكات entanglements.



شكل (١١): تركيب جل النشا.

ويحصل على جل الجسيمات عندما تنتفخ حبيبات النشا لدرجة بسيطة ولكن تشغل كل الحجم حيث تنتج شبكة إنتقالية ضعيفة ويمكن أن يوصف جل النشا فى هذه الحالة بأنه من مواد مركبة composite تبنى من طور سكر عديد مستمر مع حبيبات نشا كمالىء. وتتوقف خواص هذا الجل

على الطور المُشَتَتَ dispersed phase وعلى الطور المستمر وعلى التفاعلات بين الأطوار ويمكن مناولة manipulate خواص الجل بتغيير خواص الأطوار phases أو التفاعلات بينها. وهنا يلعب توزيع (الحبيبات) فى حجمين bimodal size distribution دوراً خاصاً. فتعتمد خواص الإنسيابية على حجم الطور المشتت فاى Φ ولكن لكل فاى Φ يكون لتوزيع حجم الجسيم particle size distribution علاقة/تأثير.

وفى جل الجسيمات فإن حبيبات النشا المنتفخة تملأ الحجم إلى الحد وفى هذه الحالة فإن قابلية تشويه deformability حبيبات النشا تكون فى غاية الأهمية للسلوك الإنسيابى وأحد عوائق قابلية التشوه هى قابلية تبلر crystallinity حبيبات النشا حيث تنخفض بالتسخين بعد درجة حرارة القمة إلى درجة الحرارة النهائية دق ← دن $T_m \rightarrow T_c$ فإذا أضيفت حبيبات نشا مجلتنة جزئياً إلى طور أميلوز مستمر فإن هذا يعزز الجل. ويتوقف تأثير التعزيز على درجة الجلتنة ويكون التأثير فى أقصاه كلما كانت حبيبات النشا أقل جلتنة.

إنتكاس/إعادة تبلر النشا
retrogradation – starch recrystallization

عملية الجلتنة تسبب إنصهار melting البلمرات (البذور البلورية) crystallites فى النشا وتركيب الجل الناتج غير متبلر amorphous ولكن هذا الجل ليس فى حالة متوازنة ويتغير مع الزمن. والتغيرات التى تحدث فى محاليل الأميلوز والأميلوبكتين وصفت أعلاه وهى تسمى مع بعضها إنتكاسا retrogradation ويتغير السلوك الإنسيابى مع أندغام (ماء) water synerisis ويزداد جسوء rigidity جل النشا أثناء التخزين نتيجة إعادة التبلر وأحيانا يستخدم إصطلاح الإنتكاس retrogradation لوصف زيادة اللزوجة التى تلاحظ أثناء التبريد فى مقياس لزوجة/أميلو برابندر Brabender amylo/viscograph. ويشمل الإنتكاس – كما ذكر سابقا – إنفصال الأطوار والتبلر وتكون جل.

١- الأميلوبكتين والأميلوز

فى حبيبة النشا الطبيعية يوجد الأميلوبكتين فى المجالات المتبلرة crystalline domains فى حين يتصل كل من الأميلوز والأميلوبكتين بالإنتكاس.

أظهرت قياسات معدل إمتصاص الحرارة (ق.ع.م.ح DSC) أن الأميلوبكتين المعاد التبلر recrystallized amylopectin ينصهر فى مدى درجة حرارة من ٦٠–٨٠°م وهو نفس مدى الحرارة (منحنى إمتصاص الحرارة endotherm) فى أجون جل النشا ولب الخبز. بينما جل الأميلوز لاينصهر تحت درجة حرارة أقل من ١٠٠ °م. وتم تسجيل منحنى إمتصاص حرارة endotherm لانصهار جل الأميلوز فى مدى ١٠٥–١٥٠°م وعلى ذلك فإن بلورات الأميلوز أكثر ثباتا عن بلورات الأميلوبكتين ويتبع ذلك أن مقاومتها للحلمأة الأنزيمية أكبر. و أكثر بلورات الأميلوز ثباتا هى البلورات التى تتكون من جزيئات الأميلوز القصيرة ولأنها لاتهدم فى القناة المعوية فهى تسمى "النشا المقاوم resistant starch".

ويتوقف مدى الإنتكاس على محتوى الأميلوبكتين في جل النشا ويزيد من ذرة الأميلو amylo maize < القمح < البطاطس < الذرة الشمعية waxy maize. كما وجد أن ثابت معدل الإنتكاس أعلا في نشا الذرة الشمعية ونشا البطاطس عنه في نشا القمح والذرة الأميلو amylo maize وفسر ذلك بأن الأميلوز (في نشا ذرة الأميلو amylo maize) والدهون القطبية polar lipids (في نشا القمح) تقلل من معدل الإنتكاس. وذكر أنه ربما حدث تبلر تعاوني (متقارن) cocrystallization. وفي الواقع فإنه في مخاليط الأميلوز والأميلوبكتين فإن إنتكاس الأميلوبكتين لايحدث مستقلا عن وجود الأميلوز. وفي مستويات مرتفعة من الأميلوز يحدث إنتكاس الأميلوبكتين بدرجة أكبر مما يتوقع من نسبهما في المخلوط. وعملية التبلر الأصلية في جل النشا هي نفسها في جل الأميلوز وخواص جل الأميلوز ثابتة بعد ٢٤ ساعة ولكن جل النشا يتغير على مدى فترة لمدة أسابيع. ويعزى ذلك إلى التبلر البطيء للأميلوبكتين.

٢- العوامل التي تؤثر على إعادة تبلر الأميلوبكتين factors that influence the recrystallization of amylopectin

أ- التركيز concentration

يؤثر تركيز النشا على مدى الإنتكاس وأكثر نمط ب B-pattern شدة intensity يحصل عليها في جل نشا القمح عندما يكون تركيز الماء من ٤٧ - ٥٠٪ وزن/وزن. وإذا زاد تركيز الماء إلى ٦٣٪ وخزن الجل لمدة ثمانية أيام على ٢٤°م تقل شدة نمط ب إلى الخمس.

ب- درجة الحرارة temperature

تتأثر عملية الإنتكاس بدرجة الحرارة - كما في التبلر التقليدي - وكلما زاد التبريد supercooling فإنه تتكون بذور بلورات أكثر ولكن نمو البلورات يشجع على درجات الحرارة الأعلا. وأحسن ظروف تبلر الأميلوبكتين هي على درجات حرارة أعلا من الصفر المئوى مباشرة. وبذا ربما تم تجنب أو تأخير الإنتكاس بالتخزين على درجة الحرارة الصحيحة.

وتتغير خواص الإنسياب الديناميه مع درجة الحرارة ويتأثر جل النشا بطريقة مختلفة عن جل الأميلوز فجل الأميلوز ربما ثبتت (اللزوجة) G' تقريبا عند التخزين على ٤- ٢٠°م بينما جل النشا تأثرت اللزوجة G' بدرجة حرارة التخزين بحيث زادت G' بمعدل أكبر على ١°م عنه على درجات حرارة أعلا.

ج- مصدر النشا source of starch

يتغير الإنتكاس مع مصادر النشا المختلفة وسبب واضح لذلك هو محتوى الأميلوبكتين. وكان مدى الإنتكاس كالآتي شوفان < شيلم < قمح.

د- تأثير المضافات influence of additives

يمكن تأخير الإنتكاس بإضافة مواد مناسبة وأكثرها شيوعا الدهون وحيدة الأسايل monoacyl lipids مثل الجليسريدات الأحادية. كما يؤثر على الإنتكاس رقم جـ جل النشا وكمية ونوع الملح.

٣- التغير فى حالة الماء أثناء الإنتكاس
changes in the state of water during retrogradation

زاد الماء المرتبط bound أثناء تخزين جل النشا من ٥٠٪ إلى ٧٠٪ ويعزى ذلك إلى التغير فى الأميلوبكتين.

وتنخفض قدرة الماء على الحركة mobility أثناء تخزين جل النشا ويتوقف هذا التغير على درجة الحرارة وهو أعلاه على ٣٧°م وأقل عند -٥°م ، ٢°م. كذلك فإنه يتوقف على تركيز النشا والتغير يكون أعلاه عند ٤٥٪ نشا.

السكريات العديدة غير النشا
monostarch polysaccharides

توجد السكريات العديدة غير النشا فى جدر الخلايا وفى الشبكة matrix التى تربط الخلايا معاً. ويمكن أن تقسم إلى: سليولوز cellulose وبيتا β جلوكانات β-glucans وبنتوزانات pentosans. ويبلغ محتوى السليولوز فى الدقيق الأبيض ٠,٦ جم /١٠٠ جم وبقية السكريات العديدة غير النشا تبلغ ٢,٥٢ جم/١٠٠ جم ومنها البيتا جلوكانات توجد فى القمح بنسبة ضئيلة جداً وإن وجدت بنسب كبيرة فى الشعير والشوفان. وقد تسمى البنتوزانات هيميسليولوز وأهمها المحتوية على سكر الأرابينوز وسكر الزيلوز. وتبلغ نسبة البنتوزانات فى سويداء القمح ١,٢٧٪ - ٢,٣٣٪ وفى الحبة/البُرّة kernel ٧٪ تقريباً. وتقسم البنتوزانات إلى بنتوزانات قابلة للذوبان فى الماء (ق.م WS) وغير قابلة للذوبان فى الماء (غ.م WI) ووظيفتها فى الخبز غير معروفة (بالتأكيد) ويرجع ذلك إلى مشاكل فى التجزئة والتحليل. وكثيراً ماتحتوى أجزاء البنتوزانات على بروتين ولايعرف إذا كان هذا البروتين مرتبط تساهمياً مع الكربوايدرات أو أن وجوده نتيجة تلوث.

وتلعب البنتوزانات دوراً فى الخبيز ودورها فى دقيق الشيلم أكبر من دورها فى دقيق القمح. والتأثير يكون عن طريقين: مقدرتها على الإحتفاظ بالماء water-holding capacity والذى قد يؤثر على توزيع الماء فى العجين كما قد يؤثر على ثبات الرغوة foam stability نظراً لسلوكها الإنسيابى. والبنتوزانات تزيد لزوجة مستخلص الدقيق من خلال تكون الجل التأكسدى oxidative gelation. وزيادة لزوجة الطور المستمر يتوقع منها زيادة مقدرة الإحتفاظ بالغاز نظراً لإنخفاض ميل خلايا الغاز للإندماج coalesce كما أنه وجد أن البنتوزانات تخفض من التوتر السطحى للماء.

تكوين البنتوزانات الكيماوى وتركيبها
chemical composition and structure
(Eliasson)

تبلغ كمية البنتوزات القابلة للذوبان فى الماء التى أستخلصت من الدقيق بالماء البارد ١,٠٪ منه. وتركيبها الكيماوى يظهر فى الشكل (١٢). فترتبط متبقيات د-زيلوز بروابط بيتا (١ ← ٤) جليكوسيدية مكونة سلسلة ومتبقيات الأرابينوز تتصل بالسلسلة كأفرع. وبتجزئة البنتوزانات القابلة للذوبان فى الماء حصل على أرابينوزيلان arabinoxylan نقية تكاد تكون خالية من البروتين وكان هو أكبر جزء.

ألفا-ل-أ

١

↓

٣

-(٤←١)-ز-د-بيتا-(٤←١)-ز-د-بيتا-(٤←١)-ز-د-بيتا-(٤←١)-ز-د-بيتا-(٤←

٣   ٢

↑   ↑

١   ١

ألفا-ل-أ   ألفا-ل-أ

شكل (١٢): تركيب بنتوزان قابل للذوبان فى الماء - أرابينوزيلان.

ألفا-ل-أ = ألفا-ل-ارابينوفيورانوزيل

بيتا-د-ز = بيتا-د-زيلوبيرانوزيل

وجزء آخر كان أرابينوجالاكتان arabinogalactan وربما أرتبط به بروتين تساهميا ويختلف هذا البروتين فى تكوين الأحماض الأمينية فيه عن بروتينات تخزين القمح. أما الأجزاء الأخرى فقد بلغت نسب البروتين فيها من ١,٤ - ٤٦,٧٪.

وقد ذكرت نسب ١,٣ - ٨,٧٪ بروتين فى الأرابينوزيلانات ونسب ٦,٥ - ١٤,٣٪ بروتين للأرابينوجالاكتانات.

وتحتوى البنتوزانات القابلة للذوبان فى الماء على حمض فيروليك ferulic acid أيضا مرتبطا فقط مع الأرابينوزيلانات الأكثر ذوبانا. وقد بلغت نسبة حمض الفيروليك فى البنتوزانات المستخلصة من الدقيق والعجين ٠,٣١ - ٠,٥٦ مجم/جم بنتوزان وتراوحت نسبة الأحماض الفينولية فى البنتوزانات المستخلصة من ثمانية أصناف قمح من ٠,٤٦ - ٠,٨٥ مجم / جم بنتوزان ولم يوجد حمض الفيروليك فى الأرابينوجالاكتان.

أما البنتوزانات غير القابلة للذوبان فى الماء فى القمح فتبلغ نسبتها ١ - ١,٣٪ والسكريات الأساسية هى ل-أرابينوز، د-زيلوز، د-جلوكوز وتختلف نسبها من صنف إلى آخر. والبنتوزانات غير القابلة للذوبان فى الماء أكثر تفرغا عن تلك القابلة للذوبان فى الماء ووزنها الجزيئى أكبر أيضا فدرجة بلمرة البنتوزانات القابلة للذوبان فى الماء حوالى ١٦٠ - ١٩٠ ونفس الدرجة للبنتوزانات غير القابلة للذوبان فى الماء أكبر من ٩٠٠ ونسبة البروتين فى الأخيرة ١٠ - ١٥٪ ومحتواها من حمض الفيروليك يبلغ ٠,٨-١,١مجم/جم ولإذابتها يستخدم قلوى.

خواص السكريات العديدة غير النشا
properties of the non-starch polysaccharides

١- تكوين الجل التأكسدى والخواص الإنسيابية
oxidative gelation & rheological properties

تؤثر البنتوزانات على سلوك اللزوجة المرنة viscoelastic behavior للعجين عن طريق وزنها الجزيئى ومقدرتها على تكوين جل.

فعند إضافة فوق أكسيد أيدروجين لمعلق دقيق ترتفع اللزوجة، وربما أن مستخلص الدقيق يكون جلا تحت نفس الظروف. وتكوين الجل يحدث دون تسخين أو تبريد ولكن يحتاج الأمر إلى عامل أكسدة ولذا تسمى هذه الظاهرة : تكوين الجل التأكسدى oxidative gelation ويلعب البنتوزان خاصة الأرابينوزيلان الذى يحتوى حمض الفيروليك دورا هاما فى هذه الظاهرة. ولكن عوامل الأكسدة المستخدمة عادة فى عمل الخبز: برومات البوتاسيوم وحمض الأسكوربيك لم تكون جلا فربما أن تكون الجل لايتم إلا بواسطة المؤكسدات التى تنتج شقوقا حرة free radicals. ويعمل يدء، ذلك فى وجود بيروكسيداز الأيدروجين hydrogen peroxidase وهذا الإنزيم يوجد فى الدقيق ولكن يثبط بالتسخين. كذلك فإن مجموعات السلفهيدريل (يد كب) لها دور أيضا ويمكن تثبيط تكوين الجل بواسطة الإنزيمات البروتيولوتية.

ويثبت فقط ٥-١٠٪ من البنتوزانات القابلة للذوبان فى الماء immobilized بالأكسدة والجل المتكون به ٢٥٪ بروتين (وزن جاف) ١٪ دهون، ٢,٢٪ رماد والباقى ٦١,٨٪ سكر عديد الذى يحتوى فقط على زيلوز وأرابينوز ولايساهم الأرابينوجالاكتان فى تكون الجل التأكسدى.

ويحدث تكون الجل التأكسدى أيضا فى البنتوزانات غير القابلة للذوبان فى الماء. وحمض الفيروليك ضرورى لتكون الجل التأكسدى وزيادة خلط العجين يقلل من مقدار حمض الفيروليك فى البنتوزانات المستخلصة من هذا العجين مظهرا تأكسدها أثناء الخلط.

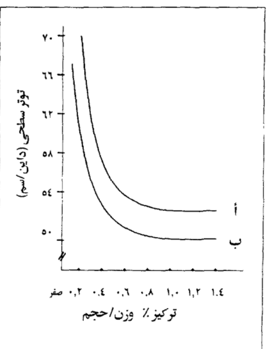
وتؤثر البنتوزانات على سلوك الإنسياب للعجين عن طريق وزنها الجزيئى الكبير وبإرتفاع الوزن الجزيئى تزداد قوة الجل.

مقدرة الإحتفاظ بالماء
water-holding capacity

مقدرة البنتوزانات على الإحتفاظ بالماء جيدة وتؤثر على توزيع الماء فى العجين وفى الخبز. وربما كانت ١٥جم ماء/جم على أساس الوزن الجاف وإن كان هذا الرقم غير دقيق. وهذه القدرة على الإحتفاظ بالماء تبلغ ٤٠ – ٦٠٪ للبنتوزانات الذائبة المؤكسدة، ٧٥- ٩٠٪ للبنتوزانات غير الذائبة فى الماء المؤكسدة. وعند إضافة بنتوزانات غير قابلة للذوبان فى الماء إلى عجين دقيق القمح فإن إمتصاص الماء فى مقياس تكون وثبات تلازج العجين farinograph يرتفع. ولكن نوع الدقيق يؤثر أيضا ولكن مقدار تأثير البنتوزانات غير القابلة للذوبان فى الماء أكبر من تلك القابلة للذوبان فى الماء فالزيادة كانت من ٦٣,٦٪ إلى ٧٣,٥٪ وإلى ٦٨٪ على التوالى عند إضافة ١٪ بنتوزانات إلى العجين.

٣- النشاط السطحى surface activity

عند قياس التوتر السطحى لمحاليل بنتوزان ٠,٦٪ (وزن / حجم) وجد أن الأرابينوجالاكتان تُخَفِض التوتر السطحى أكثر من الأرابينوزيلان ولكن سلوك التركيز واحد (شكل ١٣).



شكل (١٣): النشاط السطحى لبنتوزانات القمح.
الإنخفاض عند ٢٥°م بواسطة:
أ- أرابينوزيلان ، ب- جالاكتوزيلان

وهذه المنحنيات تظهر أن الجزىء المؤثر واحد ومتجانس وله نشاط سطحى مرتفع مما يفسر بأن البنتوزانات مرتبطة حقيقياً بالبروتين (جليكوبروتين) وأن التشابه بين سلوك الأرابينوزيلان والأرابينوجالاكتان يدل على إرتباط البروتينات تساهمياً فى الأرابينوزيلانات.

أهمية البنتوزانات فى الخبيز
significance in baking

تختلف نتائج إضافة البنتوزانات للعجين وتأثيرها على حجم الرغيف من لاتأثير إلى زيادة وإلى نقصان وربما عكس ذلك عدم إنتظام أجزاء البنتوزانات المضافة فى التجارب المختلفة.

ولكن هناك علاقة بين إضافة البنتوزانات ومعدل الأجون والبنتوزانات غير القابلة للذوبان فى الماء أكثر تأثيراً فى هذا عن تلك القابلة للذوبان فى الماء وإن كان فى تجارب أخرى وجد أن البنتوزانات لاتؤثر على إنتكاس النشا وقد تشير بعض النتائج إلى ماهو ملاحظ من قبل إلى أن إعادة تبلر النشا يتوقف على محتوى الماء فتبعاً لنسبة النشا/الماء الأصلية فإن إضافة البنتوزانات ربما زادت أو أنقصت إنتكاس النشا.

٢- الحبوب الأخرى

(Eliasson)

أولاً: نشا الحبوب الأخرى

النشا هو المكون الأكبر للحبوب عامة (جدول٣) وتكوين نشا الحبوب ربما يكون متقارباً من ٢٥-٣٠٪ أميلوز، و١٪ دهن والباقى أميلوبكتين ولكنها لاتسلك نفس المسلك فى الخبيز. فنشا الشعير والشيلم تكاد تكون جيدة مثل نشا القمح فى حين أن نشا الذرة والأرز فقيرة جداً. ونشا الحبوب تتماثل أيضاً فى نمط أشعة س فهى تعطى نمط أ فيما عدا النشا المحتوى على نسبة أميلوز عالية.

جدول (٣): الخواص الفسيوكيماوية لنشا بعض الحبوب.

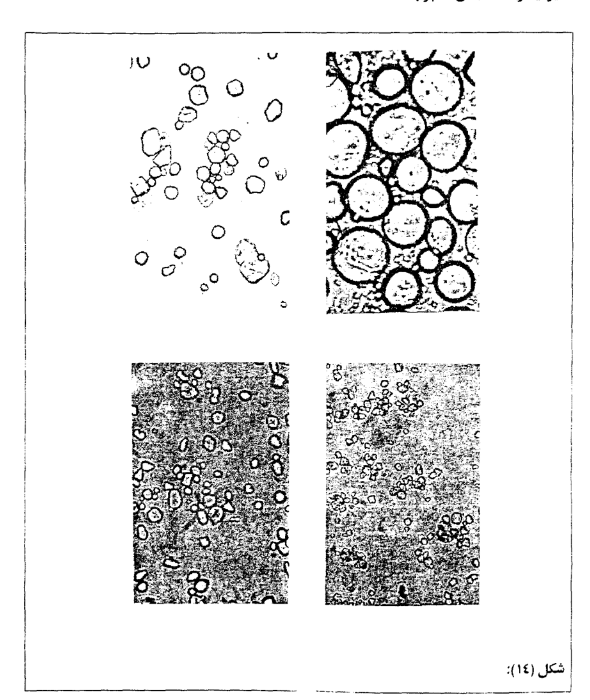
الخاصية	أرز			أمارانت	بر/قمح	دخن			ذرة			ذرة رفيعة		شعير	شوفان	شيلم
	طويل	متوسط	قصير			بروزو	لؤلؤ	أصبع	عادى	شمعى	عالى الأميلوز	عادى	شمعى			
حجم الحبيبة (ميكرون μ)	١ - ٩	–	–	١-١,٥	٥-٣٥	–	٤-٢٢	٤-٢٢	٥-٢٥	–	–	٣-٢٧	–	أ- ٣٥-٤٠ ب- ٢-٣	٣-١٢	٢-٣٥
محتوى الأميلوز (٪)	٢٣-٢٦	١٥-٢٠	١٨-٢٠	٧,٢	١٧-٢٧	–	٣٤	٣٩	٢٦	١~	حتى ٨٠	٢١-٣٤	٠,٨-١	٢٤-٢٧	١٦-٢٧	٢٣
لزوجة - وحدات برابندر - قمة (مقياس قوة انزيمات الدقيق)	-٧٦٥ ٩٤٠	-٨٩٠ ٩٨٠	-٨٢٠ ٨٧٠	٣٢٠	٣٥٠	٤٩٠	–	–	–	–	–	٣٣٠	٩٨٠	لايوجد قمة	-٧٦٠ ٨٥٥	–
قوة الانتفاخ عند درجة حرارة °م	–	–	–	٣,٥ ٩٠°م	١٢ ٩٠°م	١١ ٩٠°م	١٣ ٨٥°م	١٣ ٨٥°م	٢٤ ٩٥°م	٦٤ ٩٥°م	٦ ٩٥°م	٢٦ ٩٠°م	–	٨,٢ ٩٠°م	١٨-٣١ ٩٥°م	–
قابلية الذوبان (٪) عند °م	٤ - ٢٦ عند ٩٨°م			٣٧ ٩٠°م	٨,٢ ٩٠°م	٣,١ ٩٠°م	٧,٧ ٨٥°م	٧,٥ ٨٥°م	٢٥ ٩٥°م	٢٣ ٩٥°م	١٢ ٩٥°م	١٤ ٩٠°م	–	٣,٥ ٩٠°م	١٣-٢٤ –	–
مقدرة ربط الماء	–	–	–	١٢٧	٧٢	٤٩	–	–	–	–	–	٨٦	–	–	٨٦	–
تجلتن - مدى درجات حرارة °م																
الإبتداء	٧١	٦٥	٦٥	٦٢	٥٨	٦٥	٥٦,٥	٦٢,٥	٦٢	٦٣	٨٥	٦٣	٦٣	٥١,٥	–	٥٧
المنتصف	–	–	–	٦٤	٦١	٧٣	٦٧	٦٩	–	–	–	–	–	٥٧	–	–
النهاية	٧٤	٦٨	٦٧	٦٨	٦٤	٨٠	٧٢	٧٤	٧٢	٧٢	٨٧	٧١,٩	٧٣,٤	٥٩,٥	–	٧٠
														٦٢ ٦٣ ٦٧		

وهى تتماثل كذلك فى ان دهن النشا هو جزء من حبيبة النشا وليس تلوث على السطح ولكنها تختلف فى بقية الخواص من نوع إلى آخر species بل تختلف فـى الأصناف المختلفة فـى نفس النـوع species. ويعطـى الجـدول (٣) بعـض الخـواص الفسيوكيماوية لنشا بعض الحبوب.

تكوين وتركيب حبيبات نشا الحبوب
composition and structure of cereal starch granules

أ- الحجم والشكل size & shape

يختلف الشكل المجهرى بين نشا الحبوب المختلفة (شكل ١٤).



شكل (١٤):

ويمكن تحديد مصدر النشا بفحصه مجهرياً. كما يختلف حجم الحبيبات وأيضاً توزيع حجم الحبيبات. ففقط حبيبات نشا القمح والشيلم والشعير والتريتيكال لها توزيـــع فى حجمين bimodal distribution (أو أكثر) وجميع حبيبات النشا الأخرى – من حبوب أو من مصادر غير حبوب – لاتعطى هذا التوزيع. والنشا الموزع فى حجمين حبيبات أ كبيرة وحبيبات ب صغيرة يعطى سلوكاً أحسن فى الخبيز وإن لم يكن ذلك نتيجة زيادة مساحة السطح لأن حبيبات نشا القمح والذرة لها مساحة سطح (فى الحبيبات الكبيرة) ٠,٤٧ ، ٠,٥٢م٢/جم على التوالى ولكن حجم الرغيف من القمح هو ٨٠ مل ومن الذرة ٤٨ مل ووجود الحبيبات الصغيرة ب فى دقيق القمح الكامل يزيد من مساحة السطح مما يتطلب شبكة جلوتين أكثر لتغلف حبيبات النشا. ومايعنيه التوزيع الثنائى فى حجمين تداخل الحبيبات وملء الفراغات وتبلغ نسبة حبيبات ب فى نشا الشعير ١٥٪ بالحجم وفى الشيلم ٣٥٪. وأكبر حبيبات نشا فى الحبوب توجد فى حبيبات أ فى الشيلم والشعير فتبلغ فى الشيلم ١٠ – ٣٥ ميكرومتر وفى الشعير ١٠ – ٢٥ ميكرومتر. بينما حبيبات نشا الشوفان والأرز هى من بين أصغر حبيبات نشا الحبوب وتوجد فى السويداء كمتكتلات agglomerates أو عناقيد clusters. وحبيبة نشا الشوفان تبلغ ٣ – ١٠ ميكرومتر فى القطر والعنقود وكله قد يصل إلى ٦٠ ميكرومتر.

ب– التكوين الكيماوى chemical composition

١– محتوى الأميلوز: الأصناف الشمعية والأصناف ذات المحتوى العالى من الأميلوز لاتوجد إلا فى نشا الحبوب *ثنائية الصبغيات* diploids ومن بينها الشعير والأرز والذرة الرفيعة والذرة. وفى نشا الذرة يوجد عدة مورثات genes تؤثر على تكوين النشا: شمعى وسكرى١ وسكرى٢ وكامد dull ومُمِد للأميلوز amylose extender.

والأصناف الشمعية منخفضة فى الأميلوز (أقل من ٨,٥٪ فى الشعير الشمعى وأقل من ٣٪ فى نشا الذرة الشمعية والأرز الشمعى وهى أيضاً منخفضة فى الدهون) والأصناف العالية فى الأميلوز (> ٣٥٪ أميلوز) عالية فى الدهون. والنشا العادى يبلغ مدى الأميلوز به ٢٠ – ٣٠٪ والأرز نشاه تتراوح نسبة الأميلوز به من صفر إلى أكثر من ٣٠٪ ولذا يقسم نشا الأرز إلى أربع مجموعات: عالى الأميلوز، متوسط الأميلوز intermediate، منخفض الأميلوز low وأصناف شمعية. وفى كل مجموعة يوجد أصناف منخفضة ومتوسطة وعالية درجة حرارة التجلتن. والأصناف الشمعية غير جيدة فى الخبز مما قد يعنى أن إنتكاس الأميلوز retrogradation ضرورى لتكوين تركيب جيد للب crumb. كذلك فإن الأصناف العالية فى الأميلوز لاتَفْضُل الأصناف العادية فى الخبيز وقد يعود ذلك إلى الإنتفاخ المحدود restricted swelling على درجات حرارة أقل من مائة مئوية.

٢- تكوين الأميلوز والأميلوبكتين : وجد أن توزيع حجم طول سلاسل الأميلوبكتين توزيع ثنائى الحجم bimodal فى كثير من أنواع نشا الأرز الشمعى، الذرة الشمعية، الأرز، الذرة وذرة الأميلوز amylo maize وبتحسين طرق وأجهزة الترشيح بالجل وجد توزيع متعدد للحجم polymodal فى أميلوبكتين من أنواع نشا مختلفة ومنها الأرز الشمعى والشعير والقمح. والملز elution profiles يظهر جزئين ف$_{١}$ F_1، ف$_{٢}$ F_2 مع توزيع الحجم المتعدد polymodal ويبلغ طول سلسلة كل جزىء الأميلوبكتين مدى من ٢١ – ٢٨ فيما عدا الأصاف عالية الأميلوز والتى متوسط طول السلسلة فيها ٤٤. والسلسلة الأقصر حبيباتها تعطى نمط أشعة س أ بينما سلسلة النشا عالى الأميلوز تعطى نمط أشعة س ب.

والجزءان ف$_{١}$ ، ف$_{٢}$ أطوال سلاسلهما متشابهة وكانت ف$_{١}$ هى ٤٥ – ٦٠ للأصناف العادية والشمعية بينما هى (ف$_{١}$) فى نشا أصناف الذرة عالية الأميلوز كانت أطول قليلاً (٦٥). وكانت أطوال السلسلة فى جزء ف$_{٢}$ من ١٤ – ١٨ للأصناف العادية والشمعية، ١٩ لنشا الذرة عالية الأميلوز. وهذا لايجعلها تختلف عن المدى فى نشا القمح فهو فى ف$_{١}$ ٤٩ – ٥٦ وفى ف$_{٢}$ ١٣ – ١٧ وعلى ذلك فالتكوين الجزيئى molecular composition للأميلوبكتين لايبدو أنه يختلف كثيراً مابين الذرة والقمح.

٣- الدهون: فى نشا الشعير عالى الأميلوز تسود الدهون الفوسفورية المحللة lysophospholipids تكوين الدهن بينما نشا الذرة عالى الأميلوز به نسبة أعلا من الأحماض الدهنية الحرة ويبدو أن هناك إرتباطاً مابين محتوى الأميلوز ومحتوى الدهون. وفى النشا ذى المحتوى العادى (٢٠ – ٣٠٪) أميلوز نشا الشوفان به محتوى عالى غير عادى من الدهن ومحتوى الدهن فى نشا الشوفان يرتبط بالدهن فى الحبة grain ويرتفع بإرتفاع الأخير.

وحبيبات النشا ذات المحتوى العادى من الأميلوز يكون الدهن بها دهون فوسفورية محللة وأحماض دهنية حرة. ونشا الشعير به نسبة منخفضة جداً من الأحماض الدهنية الحرة بينما نشا الذرة – بغض النظر عن محتوى الأميلوز – يحتوى على أحماض دهنية حرة أكثر عن دهون فوسفورية محللة. وتكوين الأحماض الدهنية لايختلف كثيراً فى نشا الحبوب ويسوده ك$_{١٨:٢}$ (٣٥ – ٤٦٪) من الأحماض الدهنية الكلية ، ك$_{١٦:صفر}$ (٣٧ – ٥٥٪) من الأحماض الدهنية الكلية.

٤- بروتين: كما مع نشا القمح فإن محتوى البروتين يرتبط بطريقة التنقية وفى ! الشوفان يبلغ ٠,٨٪ وفى نشا الشعير يبلغ ٠,٥٪ وفى نشا الذرة ٠,٣٪.

٥- الحبيبات الصغيرة والكبيرة: فى نشا الشعير كانت الحبيبات الكبيرة تحتوى على ٢٢,١٪ أميلوز والصغيرة على ١٩,٠٪ أميلوز وكانت الحبيبات الكبيرة من شعير شمعى تحتوى على ٣,٦٪ أميلوز فقط والحبيبات الصغيرة أقل منها (١,٨٪).

٦- التركيب البلورى crystalline structure:

كل أنواع نشا الحبوب العادى normal لها نمط فى أشعة س من نوع أ. وكذلك الأصناف الشمعية تعطى نفس النمط أ ولكن الأصناف عالية الأميلوز تعطى نمط ب. وكذلك فهى لها درجة تبلر crystallinity أقل. وهى للأرز الشمعى الذى له درجة حرارة تجلتن منخفضة كانت ٣٥٪ وفى الأرز الشمعى الذى له درجة حرارة تجلتن مرتفعة كانت ٥٠٪.

ولم يلاحظ أى نمط ڤ فى نشا الحبوب وهو النمط الذى يتكون من معقد أميلوز -بكتين حتى فى نشا الشوفان العالى المحتوى من الدهن. ونقع steeping نشا الشعير على درجة حرارة تحت درجة حرارة التجلتن مباشرة ينتج عنه تكون نمط ڤ فى نشا الشعير العادى وكذلك فى نشا الشعير عالى الأميلوز.

الجلتنة gelatinization

أ- درجة حرارة التجلتن
gelatinization temperature

تختلف درجات حرارة التجلتن كثيراً لمختلف أنواع النشا. وتختلف درجات حرارة التجلتن بين الأصناف المختلفة لنفس النوع أيضاً بتأثير الإختلافات الوراثية ولكن أيضاً بتأثير عوامل البيئة بل تختلف أيضاً داخل كل مجموعة intrapopulation variability (جدول ٣).

ب- الإنتفاخ والذوبان
swelling & solubility

إذا قورن نشا شمعى وعادى وعالى الأميلوز فإن الأصناف الشمعية يكون إنتفاخها أكبر والأصناف عالية الأميلوز إنتفاخها أقل وتزيد قوة الإنتفاخ برفع درجة الحرارة من ٩٠ - ٩٥°م. وفى النشا عالى الأميلوز كان الإنتفاخ منخفضاً مع ذوبان منخفض أيضاً فى حالة نشا الذرة. ولكن فى حالة نشا الشعير وجد العكس. وفى حالة نشا الأصناف العادية عندما تقارن على ٩٠°م فإن الشيلم والقمح والذرة كان لها ذوبان عال (أكثر من ١٠٪) بينما مع الشعير والشوفان كانت قيم الذوبان منخفضة جداً (أقل من ١٠٪).

ويظهر تأثير محتوى الدهن فى الشوفان على خواص النشا فقدره/قوة الإنتفاخ وكذلك الذوبان كانا محدودين فى الصنف عالى الدهن إذا قورن بالصنف منخفض الدهن. وإذا إحتفظ بالنشا على ٩٦°م فإن كلا من قوة الإنتفاخ والذوبان يزيدان فى نشا الشوفان وتصبح أعلا من كل من نشا القمح والذرة. وماتم ذوبانه فى الذرة عند ٩٠°م هو ٧٨٪ أميلوز وفى القمح ٨٠٪ فتكوين المواد المنضة leached يتأثر بدرجة الحرارة وظروف التسخين.

ج- السلوك الإنسيابى
rheological behavior

يتأثر السلوك الإنسيابى لجل النشا starch gel بمصدر النشا ويظهر هذا الإختلاف حتى أثناء التسخين. فدرجة حرارة التعجين pasting temperature (وهى درجة الحرارة التى يمكن عندها تسجيل قيمة للزوجة) كما تقاس فى مقياس

قــوة إنزيـــات (الدقيـــق)/اللزوجـــة لـــبرابندر Brabender visco/amylograph. زادت بالترتيب الآتـي: ذرة < قمـح < أرز < شـعير عندمـا قورنـت معلقـات suspensions تركيزهـــا كـــان ١٢,٥٪ وكـانت قمـة اللزوجـة مختلفـة بـإختلاف درجـات الحرارة تبعاً لنـوع النشا وزادت درجة حرارة القمة بالترتيب الآتى ذرة < أرز < قمح ≈ شعير. وتعطى الأصناف العالية فـي الأميلوز لزوجة منخفضة جـداً أثنـاء هـذه القياسـات ممـا يتفـق مـع ضعـف قـوة الإنتفـاخ والذوبـان المنخفـض لمثـل هـذا النشـا. ويتوقف سـلوك إنسياب جـل النشا علـى طـور حجـم phase volume حبيبـات النشـا وعلـــى الحجـم والشـكل وقابليـة التشـويه deformability وكميـة ونـوع المـواد المنضـة leached وهـى تختلـف مـن جـل نشـا إلـى آخـر فمثـلاً مـن جـل نشا الشوفان إلى جل نشا القمح. كما تختلف من صنف إلى آخر فى نفس النوع species. وقد وجد أن لزوجة ٨٪ جـل نشا شـوفان كـانت أعلا (G^1) مع محتويات الدهـن العالية.

٣- سلوك الإنتكاس

retrogradation behavior

أ- تطور التبلر development of crystallinity:

بعض أنواع النشا يتبلر إلى مدى أقـل وبمعدل أقل مـن تبلـر نشـا القمـح وهـذا صحيـح بالنسـبة للشـيلم والشوفان. ويزيد معدل التبلر كالآتى: أرز شمعى < أرز < قمح. وربما عـاد ميل نشـا الشـوفان المنخفض للإنتكـاس إلى المحتوى العالي للدهـن فـي هـذا النشا فأقلها ميلاً للإنتكاس كان أعلاها فى المحتوى الدهنى. وعندما أزيل الدهـن مـن نشـا الشـوفان زاد ميلها للإنتكاس علـى أنـه بقى أقل من نشا القمح. ومدى إنتكاس نشا الشوفان أقل مـن مدى إنتكاس نشا الذرة عالي الأميلوز بالرغم من أن الأميلوبكتين أعلا كثيراً فى نشا الشوفان. على أن محتوى الدهـن فـى الشيلم لايفسر ميل نشاه المنخفض للإنتكـاس لأنه يحتوى دهناً أقل من دهن القمح.

ب- قياسات التيبس (التماسك)

firmness measurements

يزيد تماسك/تيبس جل النشـا أثنـاء التخزيـن. وعنـد تخزيـن جـل نشـا ٢٥٪ لمـدة ٣٠ يومـاً علـى ١°م زاد التماسـك كـالآتى: قمـح < شـعير < ذرة كمـا زاد معدل الزيادة بنفس الترتيب أيضاً. ولكـن لجـل نشـا ٤٠٪ الـذى خـزن علـى ٢٠°م لمـدة ١٢ يـوم فـإن ترتيـب الزيـادة كـان أرز شمعى< قمـح < أرز وزاد المعدل الأساسى للإنتكاس بنفس الترتيب.

ويمكـن القـول أن معظـم نشـا الحبـوب ينتكـس إلى مدى أكبر وبمعدل أكبر عن نشـا القمـح. وإن كـان نشا الشوفان والشـيلم أقـل عرضـة للإنتكـاس عـن نشـا القمح.

٤- التفاعل مع المكونات الأخرى

interact ns with other components

أ- التفـاعل بـين نشـا الحبـوب والدهـون القطبيـة polar: يختلف تفهم نتائج التجارب التى أجريت فـى هـذا المجـال بـين تكـون وعـدم تكـون معقـد أميلوز-دهن ولكن يحتاج الأمر إلى تسخين للمرة الثانية للحصول على أكثر معقد ممكن.

وعنـد إزالـة الدهـن مـن نشـا الـذرة (إزيـل حـوالى ٦٩,٢٪ دهن) فإن نشا الذرة منخفض الدهن أعطى

قمة أعلا للزوجة على درجة حرارة أقل فى منحنى قياس قوة إنزيمات (الدقيق) عن النشا العادى للذرة.

ب- التفاعل مع البروتين: يُمْتَز جلوتين القمح على نشا الشيلم والذرة والذرة الشمعية إلى نفس المدى تقريباً.

ويعتقد أنه يحدث تغيرات فى تفاعلات نشا-بروتين أثناء تخزين الأرز. وقابلية إستخلاص بروتين الأرز تنخفض أثناء التخزين نظراً للتغيرات فى جزء الجلوتيلين glutelin ومع إنخفاض الذوبان زاد الوزن الجزيئى لهذا الجزء. كما أن إمتزاز adsorption جلوتيلين الأرز على النشا والأميلوز والأميلوبكتين إنخفض أثناء التخزين.

وإزالة بروتينات من الأرز كان تأثيره صغيراً - وإن أمكن قياسه - على جلتنة النشا.

ثانياً: سكريات عديدة غير النشا
non-starch polysaccharides

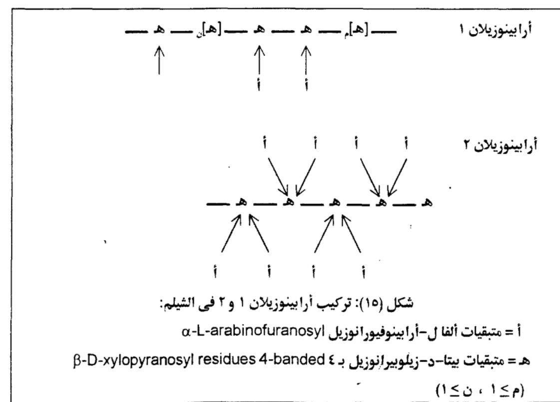
من المهم فى هذا المجال بنتوزانات الشيلم وبيتا جلوكانات β-glucans الشوفان والشعير.

فدقيق الشيلم يستخدم كثيراً فى الخبز ولكن بروتينات الشيلم لاتكون جل جلوتين وهذا هو أهم فرق بين بروتينات القمح والشيلم من حيث سلوك التجمع aggregation. وربما منع وجود البنتوزانات تجمع البروتين ويقترح أن تفاعل البنتوزانات والجلوتينينات glutenins له تأثير سلبى على خواص العجين ولكن البنتوزانات لها دور إيجابى فى سلوك الشيلم فى الخبيز فهى تقوم بعض أدوار جلوتين القمح حيث أن بروتينات الشيلم ينقصها مقدرة تكوين الجلوتين.

أما بيتا جلوكانات الشعير فهى هامة بالنسبة للنتش malting وصناعة البيرة brewing فالشعير الذى يصلح لذلك يجب أن يحتوى على أقل قدر من البيتا جلوكان بقدر الإمكان بينما يلعب البيتا جلوكان دوراً هاماً فى التغذية فى حالة الشوفان.

١- بنتوزانات الشيلم: حبة الشيلم الكاملة تحتوى ١٦,٥٪ ألياف غذائية موزعة: ٢,٣ بيتا جلوكانات، ٧,٦٪ أرابينوزيلانات، ٢,٦٪ سليولوز ، ٣,٠٪ لجنين كلاسون Klason lignin. فالأرابينوزيلانات أو البنتوزانات هى أهم جزء فى الألياف الغذائية فى الشيلم. وهى فى دقيقة أكثر من ٣٪ (أقل من ٢٪ فى دقيق القمح) والبنتوزانات الذائبة فى الماء أكثر من ٢٪ فى الشيلم وفى القمح ١٪ أو أقل. ومستخلص دقيق الشيلم المائى يبلغ فى كثافته ثلاث مرات قدر كثافة الماء والبنتوزانات القابلة للذوبان فى الماء لها وزن جزيئى عالى (أعلا من ١٧٠٠٠٠). وعند تجزئة هذه البنتوزانات على عمود سليولوز DEAE-cellulose تم الحصول على خمسة أجزاء مُلِزَ eluted الجزء الأول بالماء ووجد أنه يحتوى على ٤٣٪ من المادة التى وضعت فى العمود وأعتبرت أرابينوزيلان حر وكان تكوين السكريات منها ٣٠,٨٪ أرابينوز، ٦٤,٥٪ زيلوز، ٣,٣٪ جلوكوز وكانت نسبة متبقيات الأرابينوز إلى الزيلوز ١ : ٢,١ وكذلك يمكن إعتبار الجزء الثانى أرابينوزيلان نقى أيضاً ومثلت ١٢٪ من المادة التى وضعت فى العمود وكان تكوين السكر بها ٢٧,٣٪

أرابينوزيـلان، ٥٠,٠٪ زيلـوز، و١٠,٥٪ جلوكـوز. واحتوى الجزء الثانى على متبقيات زيلوز متفرع ومزدوج التفرع أكثر من الجزء الأول. ونسبة الزيلوز/ أرابينوز أعلا كثيراً فى الشيلم عنها فى القمح مما قد يعنى تفرع أقل فى الشيلم أو أن بنتوزانات القمح القابلة للذوبان فى الماء سلاسلها أطول. كما أن درجة التفرع الأقل لبنتوزانات الشيلم القابلة للذوبان فى الماء تفسر لماذا محاليلها أكثر لزوجة عن محاليل القمح المماثلة. وبإستخدام مطياف الرنين المغناطيسى النووى NMR spectroscopy وأكسدة البيرايودات (فوق أيودات) والحلمأة الجزئية بالحمض والحلمأة الإنزيمية أمكن التوصل لتركيب الأرابينوزيلانات القابلة للذوبان فى الماء فى الشيلم وتظهر فى الشكل (١٥) الآتى:



شكل (١٥): تركيب أرابينوزيلان ١ و ٢ فى الشيلم:

أ = متبقيات ألفا ل-أرابينوفيورانوزيل α-L-arabinofuranosyl

هـ = متبقيات بيتا-د-زيلوبيرانوزيل بـ ٤ β-D-xylopyranosyl residues 4-banded

(م ≥ ١ ، ن ≥ ١)

٢- البيتا جلوكانات فى الشوفان والشعير β-glucans: تلعب البيتا جلوكانات دوراً هامة فى إنتاج البيرة. وهى تشمل فى كل من الشعير والشوفان روابط (١ ←٤) ، (١ ← ٣) جلوكوسيدية بين وحدات بيتا-د-جلوكوبيرانوزيل وتوجد فى أماكن مختلفة من هذين النباتين حتى فى الأوراق وتبلغ نسبة روابط (١ ←٤) إلى (١ ←٣) فى نفس الجزىء ٣ : ١.

وقد أستخدم الإستخلاص الحمضى وكذلك القلوى للحصول على البيتا جلوكانات من الشعير والشوفان ويجب الإحتفاظ بدرجة الحرارة أقل من درجة حرارة التجلتن وأن تكون ظروف الإستخلاص

القلوى معتدلة لتجنب إذابة النشا. ويرسب البروتين المذاب ثم ترسب البيتا جلوكانات بالمعاملة بمحلول ٥٠٪ كحول مشابه البروبايل isopropyl alcohol فى ماء. والمستخلص الخام يحتوى بنتوزانات أيضاً ولكن بالترسيب بمحلول ٢٠ – ٣٠ كبريتات أمونيوم يمكن الحصول على جزء بيتا جلوكان نقى.

وتبلغ نسبة البيتا جلوكانات الذائبة فى الماء وغير الذائبة فى الماء عدة نسب مئوية فى السويداء. والملوث الرئيسى هو الألفا α جلوكان والذى يمكن تقديره بالتكسير بألفا أميلاز وبالطرح يحصل على مقدار البيتا جلوكان. وتبلغ نسب البيتا جلوكان فى أصناف الشوفان مابين ٣,٤ – ٤,٤٪ وتتأثر بنسبة التسميد النتروجينى. ويبلغ الوزن الجزينى لبيتاجلوكانات الشوفان حوالى٣×١٠[٦].

وأهم خواص البيتا جلوكانات هى خواصها فى ربط الماء وكذلك تأثيرها الفسيولوجى كألياف غذائية.

الحبة السوداء/حبة البركة

nigella/fennel flower

(Everett)

Nigella sativa الإسم العلمى

إسم الفصيلة/العائلة: الشقيقية

Ranunculaceae (buttercap)

بعض أوصاف

نباتات حولية مستقيمة erect (منتصبة) وتتفرع مع أوراق رفيعة القطع finely-cut متبادلة والأزهار زرقاء حوالى ١,٥ بوصة بدون قناب involucres فى نهاية الفروع أو الفريعات. والثمار حويصلات منتفخة inflated capsules ومنها تخرج الحبوب من فتحات توجد فى القمة. والبذور سوداء اللون وهى توجد فى منطقة البحر الأبيض المتوسط وتبلغ فى الطول قدماً واحداً أو أكثر وقرون البذور seed pods يمكن إستخدامها فى التزيين بالأزهار الجافة.

والبذور لها طعم تابلى spicy taste وقد تخلط مع بذور السمسم وتنشر على الخبز قبل الخبيز. ويصنع منها ومن مواد أخرى حلاوة "المُفَتَّقَة" يحضر منها زيت له إستعمالات مختلفة.

(قدامة)

والأسمـــاء: بالفرنسية nigelle وبالألمانية Schwarzkummel وبالايطالية nigella وبالأسبانية neguilla, pasionara

(Stobart)

حب العزيز/الزلم

tiger nut / chufa

(Everett)

الإسم العلمى *Cyperus esculentus sativus*

إسم الفصيلة/العائلة: السعدية

Cyperaceae (sedge)

بعض أوصاف

(& Ensminger)

النبات غالباً أعشاب دائمة أخضر فاتح والأوراق تشبه الحشيش والسيقان يبلغ طولها من ٤ بوصة إلى قدمين. له بعض أوراق قصيرة تحيط بعناقيد الأزهار والجذر يمتد عرضياً وينتهى بدرنات tubers تشبه

النقل (الجوزة nut-like). والنبات منتشر فى أمريكا الشمالية وأوروبا وحوض البحر الأبيض المتوسط وآسيا. وهذا النبات له علاقة بنبات ورق البردى C. papyrus.
(& Stobart)

الإستخدام

أكل حب العزيز/الزلم من آلاف السنين وكان المصريون يعزونه فوضعوه فى قبورهم. وهو يؤكل طازجاً أو يطبخ كأى خضار أو يجفف ويمكن طحنه إلى مسحوق وخلطه مع الدقيق وهو كمسحوق يمكن أن يكون بديلاً substitute للقهوة ويمكن أن يستخدم مع مثلوجات اللبن.

وحب العزيز فى السوق يكون منكمشاً وفى حجم ظرف الأصبع ويكون له طعم حلو وطعمه وهو منكمش أحلا مما هو طازج حيث تخزينه يزيد من حلاوته. (Ensminger)

وفى أسبانيا يحضر منه مشروب يسمى هورتشاتا horchata de chafas ينقع ٢٢٥جم منه فى ماء أثناء الليل ثم تغسل جيداً ثم توضع فى خلاط مع بعض الماء ويشغل الخلاط حتى تصبح الحبوب دقيقة fine (ناعمة) ويضاف بعض القرفة وقشر ليمون أضاليا (قليل جداً) و١٥٠جم سكر – حسب الحلاوة المطلوبة – ولتر ماء وتقلب جيداً وتترك لمدة ٤–٥ ساعات ثم تصفى خلال قماش جبن وتمزج وتبرد. وهو مشروب منعش.

ونسبة المستخلص الإيثيرى كانت ٢١,٩٠٪ ونسبة الليبيدات فى المادة الجافة كانت ٢٣,٦٢٪ ليبيدات كلية منها ٢٢,٧٨٪ ليبيدات متعادلة، ٠,٨٤٪ ليبيدات قطبية. وإحتوت على أحماض ك١٦:صفر ١٦,٠٪ وعلى آثار من ك١٤:صفر ، وعلى ٥,٠٪ ك١٨:صفر وعلى ١,٠٪ ك٢٠:صفر ولم يوجد بها أى ك٢٢:صفر وبها من الأحماض غير المشبعة آثار من ك١٦:١، ٦٧,٠٪ ك١٨:١، ١١,٠٪ من ك١٨:٢. وهذه النسب جميعاً بالنسبة لليبيدات. وكان الرقم اليودى ٧٦,٧
(El-Difrawy)

ولحب العزيز أسماء كثيرة بالإنجليزية: earth nut، earth almond، ground almond، yellow، nut grass، pig nut، rush nut.

تحبب granulation

(Academic)

١– تكوين الحبيبات.

٢– سطح خشن rough-ended surface condition.

٣– حالة الموالح الجافة والخشبية وعديمة الطعم والتى تنتج عن تصلب hardening وتثخين thickening أكياس العصير juice sacs عندما تقطف الثمار متأخراً فى الموسم.

حبيبة granule

حبة صغيرة

حبحب/بطيخ/دلاع/حريز water-melon

أنظر : بطيخ

حبس

إحتباس **occlusion**

(Academic)

العملية التى يتم فيها الإحتفاظ بغاز أو سائل على سطح أو داخل كتلة صلبة solid mass.

حبق

الحبق **basil/sweet basil**

(Everett)

الإسم العلمى *Ocimum basilicum*

الفصيلة/العائلة: الشفوية (mint) Labiatae

الحبق هو النوع الأكثر شيوعاً من بين ١٥٠ نوعاً فى هذا الجنس.

بعض أوصاف

حوالى ٣٠ – ٦٠ سم فى الطول أو أكثر عبارة عن جنبة bushy ذات أوراق. حولى وأوراقه كثيراً ماتكون أرجوانية purplish عليها شعر أو خالية منه بيضية ovate تبلغ ٢.٥ – ٥سم فى الطول وقد تكون ذات حواف ناعمة أو مسننة. ويوجد نوع أوراقه مجعدة curled. ونوع لأوراقه رائحة الليمون lemon-scented. والأزهار بيضاء أو ذات لون أرجوانى خفيف حوالى ١,٢٥سم فى الطول وهو أصلاً يوجد فى آسيا وأفريقيا ولكنه يزرع فى كل مكان الآن. وقد تصل الأوراق إلى حجم نصف اليد فى بعض الأحيان.

(Stobart)

ربما أعتبر البعض رائحة هذا العشب مشابهة لرائحة القرنفل الحلو sweet cloves. (Stobart)

والحبق يدخل فى عمل صلصة الليجوريان الإيطالية Ligurian spaghetti sauce للمكرونة الإسباجيتى مع الصنوبر وغير ذلك كما أنه يصلح مع الطماطم والسلطات والصلصات الأخرى والسمك واللحم.

الحفظ

يحسن تجميد الحبق بعد غمسه بسرعة فى ماء يغلى ويحفظه الإيطاليون فى برطمانات فى طبقات يرش على كل طبقة من الأوراق ملح ويغطى بالزيت ويحسن حفظ البرطمان فى الثلاجة والأوراق تَسْوَد ولكن المذاق يكاد لايتأثر. وتجفيف الحبق لايعطى نتائج جيدة وربما إكتسب طعم الكرى curry-like taste. وعموماً فهى تعمل حزماً وتعلق فى الهواء الطلق لتجف ثم تحفظ فى برطمانات زجاجية بحيث لايدخلها هواء.

التكوين

كل ١٠٠جم بها ٦,٤٪ رطوبة وتعطى ٢٦١,٠سعراً وبها ١٤,٤جم بروتين ٤,٠جم دهن ، ٦١,٠جم كربوايدرات، ١٧,٨ جم ألياف ، ٢١١٣,٠ مجم كالسيوم، ٤٩٠,٠ مجم فوسفور، ٣٤,٠ مجم صوديوم، ٤٢٢.٠ مجم مغنيسيوم، ٢٤٣٣,٠ مجم بوتاسيوم، ٤٢,٨ مجم حديد، ٥,٨٣ مجم زنك، ١,٣ مجم نحاس، ٩٣٧٥ وحدة دولية فيتامين أ، ٦١,٣ مجم فيتامين ج، ٠,١٥ مجم ثيامين، ٠.٣٢ مجم ريبوفلافين، ٦,٩مجم نياسين.

(Ensminger)

الأسمــــاء: بالفرنســــية basilic وبالألمانيـــــة Basilienkraut، وبالإيطاليــــــــــة basilico، وبالأسبانية albahaca. (Stobart)

حبل

الحبلة/القرن pod

الغمد case ذو المفصلين bivalve الذى يحتوى بذور بعض النباتات مثل الفول والبسلة.
(Academic)

حبهان/حب الهال/قاقلة/هال cardamom/cardamon

الإسم العلمى: *Elettasia cardamom*

الفصيلة/العائلة: الزنجبيلية
Zingiberaceae (ginger)
(Evertt)

بعض أوصاف

هو يمت بصلة - وقد يختلط البعض فيه - مع amomum. وهو نبات دائم perennial يشبه الزنجبيل وعشبى وله ريزومات rhizomes ومنها ترتفع سيقان رأسية ذات أوراق وسيقان أزهار عديمة الأوراق. والريزومات لحمية والسيقان تشبه سيقان القصب وتبلغ ٢ - ٤ متر فى الطول والأوراق متبادلة رمحية lanceolate طولها ٣٠ - ٧٥ سم والسطح الأعلى أخضر غامق والأسفل أفتح ويغطيه شعر حريرى صغير. والأزهار صغيرة بيضاء مع شفة زرقاء أو صفراء. أما الثمار فهى علب capsules مثلثه تحتوى البذور الصغيرة ذات الألوان الفاتحة المعروفة بإسم الحبهان cardamom وهى تحتفظ نكهتها بطريقة أفضل إذا تركت فى الثمرة ويحصل على حبهان أقل جودة من الجنس *Amomum*.

وهو يوجد فى المناطق الرطبة الإستوائية من الهند ولكن يزرع حالياً فى كثير من المناطق الإستوائية الأخرى وبالوقت الذى يصل فيه الحبهان إلى المستهلك فإن العلب تكتسب ألواناً مختلفة من كريم creamy أو بنى غامق أو أخضر فاتح أو أبيض. ويوجد نوع آخر species منه له علب capsules أكبر ولونها بنى غامق وكثيراً مايكون عليها شعر تباع كحبهان أسود black cardamom ولكنها أقل فى النكهة وأرخص. (Stobart)

ولأن الحبهان يفقد نكهته بسرعة فيحسن عدم طحنه ويفتح فقط عند الإستخدام.

والحبهان يدخل فى الطبخ الهندى والإسكندنافى والألمانى حيث قد يستخدم أيضاً فى الكيك وكذلك يستخدم فى الطبخ المصرى ومنطقة الشرق الأوسط. وهو من لوازم تحضير القهوة فى هذه المنطقة. وهو يستخدم مع مسحوق الكرى.
(Merck)

التكوين

تتكون كل ١٠٠ جم من البذور من ٨,٤٪ رطوبة وتعطى ٣١١,٠ سعراً وبها ١٠,٧ جم بروتين، ٦,٧ جم دهن، ٦٨,٥ جم كربوايدرات، ١١,٣ جم ألياف، ٣٨٣,٠ مجم كالسيوم، ١٧٨,٠ مجم فوسفور، ١٨,٠ مجم صوديوم، ٢٢٩,٠ مجم مغنيسيوم، ١١١٩,٠ مجم بوتاسيوم، ١٣,٩٧ مجم حديد، ٧,٤٧ مجم زنك، ١٢,٠ مجم فيتامين ج، ٠,١٨ مجم ريبوفلافين، ١,١ مجم نياسين.
(Ensminger)

والراتنج resin به ٢-٨٪ زيت طيار، ١ - ٢٪ زيت fixed والزيت الطيار يحتوى يوكاليبتول (سينيول) eucalyptol وسـابينين sabinene، د-ألفـا - تربينيـول d,α-terpineol وخـلات بورنيـول borneol، ليمـونين وتربينـين terpinene، ١- تربينـين-٤-أول 1-terpinen-4-ol وفورماتـه وخلاتـه. أما الزيت fixed oil فيتكـون مـن جليسـريدات أحمـاض الأوليـك واللينوليـك والبالمتيك والكـابريليك والكـابرويك والجـزء غير المتصبن منه بيتا سيتوستيرول β-sitosterol.

ويحضـر منـه زيـت لتنكيـه المشـروبات الكحوليـة liqueurs وليستخدم في الأدوية.

كما يستخدم كطارد ومانع للغازات carminative.

(Merck)

والأسمـاء: بالفرنسيـة cardamome وبالألمانيـة Kardamome وبالإيطاليـة cardamomo وبالأسبانية cardamomo.

(Stobart)

حث

induction حَثّ

(Hammond)

١- طبيعة **physics**: العملية التى يقوم فيها شىء (جسم) لـه خـواص كهربيـة أو مغناطيسـية بإكسـاب خواص مشابهة بدون تلامس مباشر.

٢- كيمياء حيوية: العملية التى تبتدىء أو تزيد من إنتاج أنزيم أو أى بروتين آخر.

induction heating تسخين بالحث

(McGraw-Hill Dic.)

رفع درجة حرارة مادة بواسطة تيار كهربى مولد induced (عادة مادة موصلة).

induction period فترة الحث

(Chambers)

الفترة مابين وقت بدء تفاعل كيماوى وإمكان مشاهدة حدوثه observable occurrence.

حثافير

foots حُثْفُر

(Academic)

خليط من صابون وزيت وشوائب يترسب من زيت أو شمع عندما يترك لفترة standing.

حجب

diaphragm حجاب

(Hammond)

١- فى التشريح **anatomy**: حاجز partition فى الثدييات يشبه القبة يتكون من عضلات وأوتار tendons ويفصل فجوة الصدر عن فجوة البطن وهو مهم فى التنفس.

٢- فى الضوئيات **optics**: قرص به فتحة hole فى المركز لينظم مقدار الضوء الذى يدخل آلة التصوير camera أو المجهر .... إلخ.

volume حَجْم

(Hammond)

هو مقدار الفراغ space الذى يشغله جسم ما مقاساً فى ثلاثة أبعاد three dimensions ويعبر عنه بوحدات مكعبة.

أسطوانة تدريج بالحجم sizing drum

أنظر: أسطوانة

تحليل بالحجم/حجمى

volumetric analysis

(McGraw-Hill Dic.)

هو تحليل كمى لمحاليل معروفة الحجم ومجهولة القوة وذلك عن طريق إضافة مواد تفاعل reagents لها تركيز معروف وحتى نهاية التفاعل (تغير اللون أو الترسيب وعادة عن طريق التنقيط titration).

مدرج بالحجم sizer

أنظر: تدريج

رسم بيانى حجم/ضغط

pressure : volume chart

أنظر: بخر، برد

مقياس الحجم volumeter

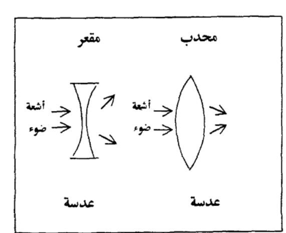
(Academic)

جهاز لقياس إنسياب غاز أو سائل أو صلب إما بطريقة مباشرة أو غير مباشرة.

convex مُحَدَّب

(Hammond)

محنى إلى الخارج مثل خارج دائرة أو كرة وكما فى مرآه أو عدسة وهو عكس مقعر concave.



tolerance limits حدود السماح

(McGraw-Hill Dic.)

القيم القصوى عالية أو منخفضة التى يمكن السماح بها فى منتج – أو وحدات إنتاج. وتطبق إما فى المصنع أو فى بلد ما أو دولياً (عثمان)

iron حديد

(Merck)

الحديد ح Fe رقمه الذرى ٢٦، ووزنه الذرى ٥٥,٨٤٧ وتكافؤه ٢، ٣ ونادراً ١ ، ٤، ٦ ويوجد منه ٤ مشابهات فى الطبيعة ٥٤، ٥٦ (٩١,٦٦٪) ، ٥٧، ٥٨. والمشابهات الإشعاعية المنتجة صناعياً هى ٥٢، ٥٣،

٥٥، ٥٩ – ٦١. وهو بعد الألومنيوم أكثر المعادن شيوعاً فى قشرة الأرض ويعتقد أن مركز الأرض يتكون أساساً منه. وهو ذو لون أبيض فضى أو رمادى طرى soft لدن/مطيل ductile طيع/مطواع/يمكن تشكيله malleable وله خواص مغناطيسية ويكون سبائك ومنها الصلب غير القابل للصدأ.

أنظر: تآكل.

أهمية الحديد الحيوية (Guthrie)

عُرف وجود الحديد فى أنسجة الجسم لأول مرة عام ١٧١٣ ويبلغ مقداره فى الجسم من ١ – ٣جم ويختلف تبعاً للسن والجنس والحجم والحالة الغذائية والصحية ومقدار المخزون منه

توزيعه فى الجسم

معظم حديد الجسم يوجد فى الدم فى الهيموجلوبين والجدول (١) يبين توزيع الحديد فى جسم الرجل والمرأة.

جدول (١): توزيع الحديد فى جسم كل من الرجل والمرأة.

الشكل	النسبة المئوية	الكمية التقريبية (مجم)	
		رجل	إمرأة
هيموجلوبين	٦٠ – ٧٥	٢١٠٠	١٧٥٠
ميوجلوبين	٣	١٠٠	١٠٠
حديد تخزين (كبد، طحال، نخاع)	صفر – ٣٠	١٠٠٠	٤٠٠
حديد فى الأنسجة (انزيمات)	٥ – ١٥	٣٥٠	٣٠٠
حديد نقل (ترانسفيرين)	١	٤	٤
فيبريتين السيرم	١	٠,٣	٠,١
المجموع		٣٥٥٤,٣	٢٥٥٤,١

ولنقل الحديد فى الدم-غير الهيموجلوبين – فإنه يرتبط ببروتين ترانسفيرين transferrin ويبلغ مقداره فى الدم ٤جم ويتم تحوله turn over له بسرعة جداً حتى أن عشرة أمثال هذا المقدار (٤٠ مجم) يتم إستبدالها يومياً. والفيريتين وهو معقد ذائب يحتوى حديداً يوجد بنفس مقدار الترانسفيرين تقريباً فى الدم أيضاً ولكنه كذلك يوجد فى الكبد والطحال. كما يوجد الحديد فى الكبد مخزوناً أيضاً على هيئة هيموسيديرين وهو معقد غير ذائب ثلثه حديد.

والحديد الوظيفى functional وحديد التخزين يتم تنظيمه عن طريق الإمتصاص absorption والجسم كفء جداً فى المحافظة عليه وإستنقاذه/ إستعادته من المركبات التى تنهدم .

وظائف الحديد

العمل الأساسي للحديد في الجسم هو السماح بنقل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون من نسيج إلى آخر كجزء من الهيموجلوبين والميوجلوبين. كما يعمل في أيض الطاقة.

تكوين الدم

يوجد الهيموجلوبين في كرات الدم الحمراء erythrocytes التي تتكون في نخاع العظام، إستجابة للهرمون أريثروبويتين erythropoietin الذي تفرزه الكلى. وتبتدىء كرات الدم الحمراء في النخاع كخلايا غير بالغة immature تحتوي نوايا وتعرف بإسم أريثروبلاستات erythroblasts (خلية سلف blast = precyrson cell) وأثناء نضج هذه الخلايا في النخاع فإنها تكون الهيم من حمض الجليسين والحديد في وجود البيريدوكسين. ويتحد الهيم مع الجلوبين وتتكون كرات الدم الحمراء غير الناضجة والتي تحتوي الهيموجلوبين وتعرف بإسم ريتيكوليتات reticulytes والتي تذهب إلى مجرى الدم حيث تفقد نواتها وتصبح كرات دم حمراء بالغة mature وتستطيع تأدية وظيفة حمل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون.

ونظراً لأن كرات الدم الحمراء تخلو منه النواه فهي لاتستطيع تخليق الإنزيمات اللازمة لبقائها survival وعلى ذلك فهي لاتبقى إلا لمدة حوالي أربعة أشهر وهي المدة التي تكفي الإنزيمات الموجودة فيها عند البلوغ لتأدية وظائفها وبموتها تزال كرات الدم الحمراء من الدم بواسطة الكبد والنخاع والطحال. وفي النخاع تتم إستعادة الحديد والأحماض الأمينية من جزيء الهيموجلوبين فيحافظ بذلك على الحديد ويعاد إستخدامه كما تعود الأحماض الأمينية إلى مجرى الدم لتدخل في تخليق البروتينات بعد ذلك. والأجزاء المتبقية من كرات الدم الحمراء تفرز في الصفراء bile ويزيد معدل تكسير/هدم كرات الدم الحمراء في حالات نقص فيتامينات ج، ئي، ب١٢ حيث تساعد كلها في تكوينها.

ويوجد في ذكر الإنسان ١٥جم هيموجلوبين في الديسيلتر dl من الدم أما أنثى الإنسان فتحتوي ١٣,٦ جم/الديسيلتر dl.

كما يعمل الحديد كجزء من عدد من إنزيمات الأنسجة وهو مهم في:

أ- تحويل البيتا كاروتين إلى فيتامين أ.

ب- تخليق البيورينات - المكونة للأحماض النووية.

ج- إزالة الدهن من الدم.

د- تخليق الكولاجين.

ر- إنتاج مضادات الأجسام.

س- إزالة السمية (الأدوية) في الكبد.

ص- مركب اللاكتوفيرين lactoferrin يحتوي على الحديد ويوجد في لبن الأم وهو كفء خصوصاً في كائنات *E. coli* في القناة الهضمية للأطفال.

ط- ويعمل حديد البروتوبورفيرين (الهيمن hemin) كقرين إنزيم في الكتالاز والبيروكسيداز والسيتوكرومات. (McGraw-Hill Enc.)

الإحتياج للحديد فى الغذاء

يتم تدوير recycle ٢٠مجم حديد فى اليوم فى الجسم. ويفقد حوالى ٠,٧مجم فى البراز، ٠,٢ – ٠,٥ مجم فى اليوريا والعرق وعن طريق السطوح desquamation. والجدول (٢): يعطى كميات الحديد التى تحتاجها مختلف المجموعات.

جدول (٢): احتياجات الحديد (مجم/يوم).

المجموعة	إحتياجات الحيض	إحتياجات النمو	إحتياجات الحمل	الإحتياجات الكلية
ذكور بالغون				٠,٩ – ١,٢
إناث بالغون	٠,٥ – ١,٠			١,٤ – ٢,٢
إناث حوامل			١,٠ – ٢,٠	١,٩ – ٣,٢
أطفال		٠,٢		١,١ – ١,٤
فتيات مراهقات	٠,٥ – ١,٠	٠,٥ – ١,٠		١,٩ – ٣,٧

الحديد فى الغذاء

يوجد الحديد فى الغذاء أساسا على الهيئة المؤكسدة حديديك (ح$^{3+}$) وأحيانا على الهيئة المختزلة حديدوز (ح$^{2+}$) وفى اللحم يوجد نصف الحديد فى الهيموجلوبين ويعرف بإسم حديد الهيم heme-iron. والحديد الذى يوجد فى الأغذية الأخرى يعرف بإسم حديد غير الهيم non-heme iron.

إمتصاص الحديد

لكى يتم إمتصاص الحديد يجب: ١- فصل الحديد من المادة العضوية التى تحتويه كالبروتين، ٢- فى معظم الحالات تقريبا يجب إختزال الحديديك إلى حديدوز. ويتم هذا الإختزال فى وجود حمض الكلورودريك – فى المعدة – أو حمض الأسكوربيك (فيتامين ج) (من الغذاء) ويتم إمتصاص الحديد أساسا فى الجزء الأعلا من الأمعاء الصغيرة عادة الأثنى عشر. ومقدار مايمتص من حديد فى الجسم يتوقف على عدة عوامل:

١- إحتياج الجسم للحديد: ينعكس إحتياج الجسم للحديد فى كمية الترانسفيرين غير المرتبط الموجود فى الدم، وربما أيضا فيما يسمى الحديد المرسال messenger أو المخلوب chelated فى خلايا النسيج المخاطىء فى جدر الأمعاء. وإرتفاع مقدرة الدم الكلية على ربط الحديد (ق.د.ر.ح TIBC) total iron binding capacity والتى تنتج من التراتسفيرين غير المشبع unsaturated transferrin تبين أن الحديد ذهب من الدم إلى الأنسجة أو مواقع التخزين فيتم إمتصاص حديد أكثر للإحتفاظ بمستوى ثابت منه فى الدم. وعندما يتشبع الترانسفيرين بمقدار الثلث يقل إمتصاص الحديد أى أن ميكانيزم إمتصاص الحديد يستجيب إلى إحتياج الجسم منه.

ويمتص الشخص الذى يتمتع بمستويات عادية من الهيموجلوبين حوالــــــى ٢ – ١٠٪ من الحديـد غير الهيم الموجود فى الغذاء. أما الأشخاص الذين ينقص فيهم الحديد ومستويات الهيموجلوبين فيهم تكون منخفضة فقد يمتصــــــوا ٣١٪ حديد الهيـم فى الغذاء ، ٥١٪ حديد غير الهيم فى الغذاء.

ويزداد إحتياج الحديد أثناء التمرينات لزيادة سرعة تكوين كرات الدم الحمراء وكذلك فى حالة قلة الأكسجين فى المخ hypoxia الذى يحدث فى الأشخاص فى المرتفعات وذلك لنفس السبب.

٢– شكل الحديد form of iron: إمتصـــــاص الحديدوز يكون أحسن فى الجسم من إمتصـاص الحديديك. ويساعد على ذلك فيتامين ج.

٣– تكوين الوجبـــــة composition of the meal: فى وجود اللحم يزداد إمتصاص الحديـد من الخضروات بمقدار ٢ – ٣ مرات ربما بسبب تأثير الأحمـاض الأمينيـة التـى تحـرر released أثنــاء الهضم على شكل مخلبات chelates حديد ذائبة.

٤– الحجم فى الغذاء bulk in diet: إرتفاع نسبة الألياف أو السيليولوز يقلل من إستخدام الحديـد. وقد تصل نسبة الإمتصاص مع الخضروات الليفيـة كالسبانخ إلى ١ – ٢. ولذا قد ينصح فى حالة تناول مضافات الحديد أن يتم ذلـك قبـل وجبـة الأكـل لتقليل هذا التأثير.

٥– حجم الجرعة size of dose: تناول جرعات صغيرة من الحديد ٣ – ٤ مرات يومياً يَفْضُل – من حيث الإستخدام – أخذ جرعة واحدة فى اليوم.

٦– عوامل أخرى: وجـود حمض الفيتيك حراً غير مرتبط ببروتين يعيق مـن إمتصاص الحديـد. كذلك زيادة الفوسفور تثبط من إمتصاص الحديد. وتناول القهوة أو الشاى مـع الوجبـة يقلـل مـن إمتصـاص الحديد بمقـدار ٤١ – ٩٥٪ بسبب تأثير التانينـات والفينولات العديدة التى تربط الحديد. وقد لوحظ فى حالـة الاسـهال الدهنـى stertorrhea حيـث توجد كميات غير عادية فى البراز أن هذه الحالة ترتبط بإنخفاض إمتصاص الحديـد. وكذلـك فـإن الأشخاص الذين يعيشون علـى المرتفعات يمتصـون حديداً أكـثر مـن الأشـخاص الذيـن يعيشـون فـى الأماكن المنخفضة.

ويوجـد خطـر فـى أن يصـاب النسـاء والأطفـال النباتيون بفقر الدم نظراً لعدم وجـود حديد الهيم فى غذائهم والـذى يعـزز إمتصـاص الحديـد نظـراً لخلو طعامهم من اللحم. (Guthrie)

مايوصى به من كميات حديد يومياً
recommended daily allowances

البالغون: تختلف الكميات الموصى بها من بلد إلى آخر بالنسبة للرجال والنساء ولكن قد يوصى بمقدار ١٠مجم/يوم للرجال، ١٨مجم/يوم للنساء وإن أعتبر البعض هـذا المقـدار للنسـاء منخفضـاً لأن بعضـهن يفقـدن مـن الحديـد مقـادير قـد تصـل إلى ٣٢مجم/الشهر بسبب الحيض.

الحوامل: أثناء الحمل يحتاج إلى ٣٠٠ مجم حديد لنمو الجنين fetus، ٧٠ مجم للمشيمة placenta، ٥٠٠ مجم لتخليق الهيموجلوبين نظراً لزيادة حجم الدم بمقدار ٥٠٪. ولذا ينصح – نظراً لأن الغذاء لايعطى المقدار الكافى من الحديد يومياً – بأن تأخذ الحوامل زيادة supplement بمقدار ٣٠ مجم كبريتات حديدوز يومياً (٦مجم حديد). ولكن لاينصح أبداً بأخذ زيادة عن ذلك بسبب التأثير الممسك لهذه الزيادات.

المرضعات: بالرغم من أن لبن الأم يحتوى ضعف كمية الحديد الموجود فى لبن البقر فإنه يعتبر مصدراً غير جيد له. ولأن ٠,٥ – ١,٠مجم من حديد غذاء الأم فقط يذهب إلى اللبن فإن الكمية الموصى بتناولها من الحديد يومياً أثناء الرضاعة هى نفس الكمية الموصى بها للنساء البالغات غير الحوامل. ويحسن أن يستمر إضافة حديد إلى غذاء الأم لمدة ٢ – ٣ أشهر بعد الوضع للمساعدة فى تكوين إحتياطى الحديد والذى يستهلك عادة فى الحمل.

الأطفال: إحتياطى الحديد فى الطفل الكامل عند الولادة يكفيه لمدة ٣ – ٦ أشهر حيث يتضاعف وزنه. ولأن قليلاً من الحديد يمتص فى مبدأ الطفولة فلا لزوم لإضافة حديد لغذاء الطفل لمنع إنخفاض الهيموجلوبين ولكنه يوفر حماية ضد فقر الدم anemia بعد عمر ٣ أشهر حيث يجب وجود الحديد فى الغذاء لتخليق الهيموجلوبين والخلايا الجديدة وعادة يحتاج هذا إلى ١ مجم حديد/كجم وزن من الجسم /يوم. وينصح بإعطاء لبن مقوى بالحديد خلال السنة الأولى من عمر الطفل. وتختلف الكميات الموصى بها من الحديد فى غذاء الأطفال بإختلاف نوع هذا الغذاء إذا ما كان يحتوى على حديد الهيم أم لا.

مصادر الحديد فى الغذاء

(Ensminger)

مصادر غنية: كلى البقر، العسل الأسود، كافيار، قوانص الفراخ، بودرة الكاكاو، دقيق السمك، الكبد، المحار، دقيق البطاطس، نواتج تلميع الأرز، دقيق الصويا، التوابل، دقيق عباد الشمس، ردة القمح، جنين القمح، دقيق خليط القمح والصويا.

مصادر جيدة: لحم البقر، السكر البنى brown، البطلينوس clams، الفواكه المجففة، صفار/مح البيض، القلب، فاصوليا الليما، النقل/مكسرات، لحم الخنزير، كبد الخنزير والحمل.

مصادر عادية fair: كشك الماظ، الفاصوليا، الفراخ، الخبز المغنى enriched، الحبوب المغناه، الدقيق المغنى، الأرز المغنى ، السمك، لحم الحمل، العدس، الفول السودانى، البسلة، السجق وماشابهه، السبانخ، الديك الرومى، البيض الكامل.

مصادر يمكن إهمالها negligible: الجبن، الزيوت والدهون، الفواكه الطازجة والمعلبة، عصائر الفواكه، مثلوجات اللبن، اللبن، معظم الخضروات الطازجة والمعلبة، السكر، الزبادى.

مصادر للإضافة supplemental sources
الكبد المحمص، حلوكوبات الحديدور سكسينات الحديدوز، كبريتات الحديدوز، فيومارات الحديدوز، ببتونات الحديد، حشائش البحر، الخميرة.

ويختلف مقدار إمتصاص الحديد باختلاف نوع الغذاء فهو حوالى ٢٨٪ من كبد العجل، ٢٢٪ من لحمه ولكن من الأرز حوالى ٠,٣٪ ومن الذرة ٢,٥٪. (Guthrie)

نقص الحديد (Ensminger & Guthrie)
ينتج عن نقصه فقر دم غذائى وإنخفاض نسبة الهيموجلوبين وصغر كرات الدم الحمراء وبهتان لونها وعددها – أنظر إنيميا /فقر دم.
ولأن الجسم يحتفظ بالحديد بكفاءة عالية فلايحدث نقص بسيط فى الحديد إلا أثناء فترة النمو. والنقص يحدث تدريجياً ففى الطور الأول تستنفذ deplete مخازن الحديد (ينقص فيريتين الحديد) ويزيد إمتصاص الحديد ليعوض هذا. ثم يلى طور آخر يستنفذ exhaust فيه مخزون الحديد وينخفض تشبع الترانسفيرين ويقل تحول البروتوبورفيرين إلى هيم وينخفض فيريتين السيرم. وفى الطور الثالث تظهر الأنيميا/فقر الدم وتنخفض مستويات الهيموجلوبين. وتقل المقدرة على العمل ويزداد عدم المبالاه والضيق ويقل إفراز حمض الكلورودريك ويزداد التعرض للعدوى.
ونظراً لأن نقص الحديد قد يؤدى إلى زيادة ضربات القلب لضخ كمية كافية من الدم الفقير فى يوجد فقر الدم/الانيميا الناتجه عن نقص الحديد فربما أدى ذلك إلى انخفاض المقدرة والموت وقد يحدث هذا فى البلاد المتقدمة نتيجة حيض شديد أو ادماء أو حمل. (Ensminger)

زيادة الحديد (Guthrie)
عُدِل عن ماكان يعتقد من أنه لايمكن تناول زيادة من الحديد بعد أن وجد أن قبيلة البانتو الأفريقية عانت من حالة تسمى زيادة إحتياطات الحديد إلى مستوى ٣٠ مرة قدر الجرام الواحد الإحتياطى (السحار الحديدى siderosis / حدد دموى hemosiderosis) فقد كانوا يتناولون ٢٠٠مجم حديد/يوم من شرب البيرة المخمرة فى أوانى حديدية. ومثلهم من يتناولون أدوية الحديد بكثرة. وفى تسمم الحديد يتجمع الحديد فى الكبد والطحال.
وفى زيادة إحتياطى الحديد siderosis فإن الحديد يتجمع فى سبحيات الخلايا. ويزداد حديد السيرم ويصبح النخاع منتج خلايا بدرجة (عدد) زائدة hyperplastic مع عدم إستطاعة تنظيم إمتصاص الحديد يحدث هذا عند تناول مستويات عالية منه فى حوالى ٠,٢٥٪ من السكان. ويتشبع الترانسفيرين فى الدم إلى ثلاثة أمثال المستوى العادى ولايستطيع ربط كل الحديد فى معقد غير ضار وقد يساعد الحديد الزائد على تنشيط نمو الكائنات الممرضة فى الدم وهذا بالتالى يساعد على زيادة التعرض للعدوى.

وهناك حالة أخرى لمرض ناتج عن تخزين الحديد يحدث فى حوالى ٠,١٪ من السكان حيث يرث هؤلاء الأشخاص نقصاً فى تنظيم إمتصاص الحديد يؤدى إلى إمتصاص كميات كبيرة منه وتخزينه فى الأنسجة التى لاتخزن الحديد عادة (صباغ دموى hemochromatosis) كما قد تحدث هذه الحالة فى الذكور الذين يتناولون كميات كبيرة من الكحول. (Ensminger)

تأثير تحضير الغذاء (Guthrie)

أهم أسباب فقد الحديد أثناء تحضير الغذاء هى عدم إستخدام/تناول ماء الطبخ والتقشير خاصة مع إزالة الطبقة تحت القشر الغنية فى الحديد. ولتقليل الفقد يحسن تقليل إحتمال ذوبان الحديد فى ماء الطبخ بطبخ قطع أكبر من الغذاء، و طبخ الغذاء بقشره، والغلى simmer تحت نقطة الغليان وكذلك المعاملة بالبخار بدلاً من الغلى فى الماء، وإستخدام وقت أقصر وكمية ماء أقل فى الطبخ.

التغنية أو التقوية بالحديد

يمكن تغنية أو تقوية الخبز أو الحبوب بالحديد ويخضع ذلك لنفس العوامل المذكورة تحت الحبوب (أنظر). كما يمكن تغنية أو تقوية الملح أو السكر أو المشروبات وكذلك أغذية الأطفال ومساحيق الألبان ولكن إذا أدت إضافة أملاح الحديد إلى الغذاء إلى تغير لونه فإن هذا لايكون مفيداً. وربما ساعدت إضافة فيتامين ج مع أملاح الحديد فى إمتصاص الحديد. وفى الولايات المتحدة يسمح بمستويات التغنية فى بعض الأغذية كما فى الجدول (٣).

جدول (٣): مستويات تغنية بالحديد فى بعض الأغذية.

الغذاء	مجم/كجم
أنواع الخبز	١٧,٦ – ٢٧,٥
الدقيق	٢٨,٦ – ٣٦,٣
كسرى grit وجريش الذرة والأرز	٢٨,٦ – ٥٧,٢
منتجات المكرونة	٢٨,٦ – ٣٦,٣

ويعتبر الحديد وأملاحه من المواد التى تعتبر عادة مأمونة GRAS. وملح سترات الحديد–الأمونيوم iron-ammonium citrate يستخدم كعامل مضاد للكعكة anti-caking.

(Ensminger)

والأسماء: بالفرنسية fer وبالألمانية Eisen وبالايطالية ferro وبالأسبانية hierro

حَذَر

إنحدار خطى linear regression

فى الاحصاء هو الخط المستقيم الذى يمر بعدة نقط فى دياجرام بعثرة scatter diagram حوله تكون مقدار البعثرة أقل مايمكن كما تعرف / تحدد بطريقة أقل المربعات least square methods.
(McGraw-Hill Dic)

حديقة orchard

مجموعة من أشجار تحمل فاكهة أو جوزات nuts أو أشجار قيقب sugar-maple.
(McGraw-Hill Dic)

الحَدُق haddock

الإسم العلمى *Melanogrammus aeglefinus*
العائلة: Gadidae

يوجد الحدق فى مياه الشواطىء على جانبى الأطلنطى ويبلغ حوالى ٨٠ سم ولونه مميز فظهر رمادى أرجوانى purplish grey ورمادى فضى على الجانبين وأبيض البطن. ويوجد عادة على أعماق من ٤٠- ٣٠٠ متر. وإن قارب الشواطىء فى بعض الأماكن. والصغار منه تعيش مع رئة البحر/ السمك الهلامى jellyfish. والكبار منه تأكل كائنات القاع benthic كالديدان النجم القصم brittle والرخويات moluscs وبعض صغار السمك ولكن أحياناً يأكل الأسفنج فتتأثر نكهته.
(Wheeler)

وهو يجهز ويعمل كخزات fillets، ويعامل بالقسماط طازجاً أو مطبوخاً ومجمداً وكعصايا sticks وأجزاء portions. وهو يخبز ويشوى ويغلى فى ماء peached أو يحمر. (Ensminger)

القيمة الغذائية

المشوى منه كل ١٠٠ جم بها ٧٠٪ رطوبة وتعطى ١٤١,٠ سعراً وبها ٢٠,١جم بروتين، ٦,٦جم دهن، ٠,٣ جم كربوأيدرات، ١٣,٠ مجم كالسيوم، ٢٣٠,٥ مجم فوسفور، ٧١,٤ مجم صوديوم، ٣٢,٠ مجم مغنيسيوم، ٣٥٥,٧ مجم بوتاسيوم، ٠,٥٠ مجم حديد، ٢٧٦,٠ وحدة دولية فيتامين أ، ٣,٠ مجم فيتامين ج، ٠,٣ مجم ثيامين، ٠,٠٧ مجم ريبوفلافين، ٢,١ مجم نياسين، ٠,١٦ مجم حمض بانتوثينيك، ٠,٢٢ مجم بيريدوكسين، ٠,٧٨ ميكروجرام فيتامين ب١٢.

والأسماء: بالفرنسية églefin/aiglefin وبالألمانية Schellfisch، وبالأسبانية eglefizo
(Stobart)

حذا

حاذ/ حريف

إحساس قاطع وحاد ونافذ وتحرق اللسان والفم بحرافته ونسبته إلى الحُرف/حب الرشاد.
(Webster)

حَرَج

حَرِج climacteric

١- فترة حرجة للتغير فى ''ن حى مثل سن اليأس/إنقطاع الطمث menopause.
٢- فترة نضج فى بعض الفواكه مثل التفاح تتميز بسرعة معدل التنفس.
(Chamber's)

الحجم الحرج critical volume

حجم وحدة الكتلة (عادة جزىء واحد 1 mole) من مادة توجد تحت ظروف درجة الحرارة الحرجة والضغط الحرج. (Chamber's)

درجة الحرارة الحرجة critical temperature

درجة الحرارة الحرجة للغاز هى أعلا درجة حرارة يمكن بها إسالة هذا الغاز بغض النظر عن الضغط الذى يقع عليه pressure applied.
(Academic)

درجة حرارة المحلول الحرجة
critical solution temperature

درجة الحرارة التى أعلاها يتم إختلاط (ذوبان) سائلين فى بعض بجميع النسب in all proportions.
(Chamber's)

حالة حرجة critical state

ظروف فريدة من الضغط ودرجة الحرارة والتكوين composition حيث تكون جميع الخواص للبخار والسائل الموجودين معاً متماثلة identical.
(McGraw-Hill Dic.)

رطوبة حرجة critical humidity

الرطوبة التى يكون عندها توازن ضغط بخار الماء لمادة ما مساوياً للضغط الجزئى لبخار الماء فى الجو بحيث لاتفقد أو تكسب أى ماء عند التعرض.
(Chamber's)

ضغط حرج critical volume

الضغط الذى عنده يمكن إسالة غاز عند درجة حرارته الحرجة.
(Chamber's)

معامل حرج critical coefficient

يعرف بأنه نسبة درجة الحرارة الحرجة إلى الحجم الحرج.
(Chamber's)

نقطة حرجة critical point

درجة الحرارة والضغط اللذان عندهما يصبح طور' المادة (الغاز والسائل) متوازنين مع بعضهما ويصبحان متماثلين فى الخواص فيكونان طوراً واحداً single phase.
(Academic & McGraw-Hill Dic.)

أنظر: بالول/بلاب/ماء ، ثلج.

طريقة النقطة الحرجة/ تجفيف النقطة الحرجة
critical point drying or method

طريقة لتحضير الأنسجة والعينات للفحص بالمجهر الاليكترونى بحيث عند تجفيفها (تجفيدها freeze-drying) يحدث أقل ضرر للعينة بتجنب تعرضها لحد boundary السائل–غاز، ويتم هذا عند النقطة الحرجة للماء فيحتفظ بالتركيب بدرجة جيدة نسبياً.
(Academic & Chamber's)

حَـرَّ to heat

أنظر: حرارة

حرارة heat

(McGraw-Hill Enc.)

الحرارة هى الشكل من الطاقة التى هى فى حالة إنتقال نظراً لوجود فرق فى درجات الحرارة بين مصدر الطاقة والحوض sink الذى تتجه إليه هذه الطاقة. وهذه الطاقة لاتسمى حرارة قبل أن تبدأ فى الإنسياب flow أو بعد أن تتوقف عن الإنسياب. وإنسياب الحرارة هو نتيجة فرق محتمل potential (جهد) بين المصدر والحوض sink يسمى درجة حرارة temperature. وتختلف

الحرارة عن الشغل work فى أن تحويل الحرارة إلى شغل يحده القانون الثانى فى الديناميكا الحرارية أو كقاعدة (قانون) كارنو Carnol وهو أن جزء كـ Q الحرارة الذى يمكن تحويله إلى شغل تحدده العلاقة

د ش = كـ (د γ / γ) $dW = Q\ (dT/T)$

فى العمليات حيث مصدر الحرارة والحوض sink يختلفان فى درجة الحرارة differentially different.

أو بالعلاقة   د ش = د كـ (γ١ − γ٢) / γ١

$$dW = dQ\ (T_1 - T_2)\ /\ T_1$$

حيث درجة حرارة المنبع أو المصدر T_1 γ١

والحوض T_2 γ٢

يختلفان فى فترة درجة حرارة محددة (نهائية) finite ولكى تكون هذه العلاقات صحيحة فإن درجة الحرارة يجب أن يعبر عنها بمقياس درجة حرارة ديناميكية حرارية thermodynamic temperature scale وبالعكس فأى مقياس scale لدرجات حرارة تكون فيه هذه العلاقات صحيحة بغض النظر عن المادة التى يتم فحصها هو مقياس درجة حرارة ديناميكى حرارى. وقانون الغاز المثالى يعرف مقياسا فيه درجة الحرارة تتناسب proportional مع درجة حرارة ديناميكية حرارية. ولكى يكون المقياسان متماثلين identical فإن النقطة الثلاثية للماء (درجة الحرارة والضغط التى عندها يكون الثلج والماء والبخار فى حالة توازن) تعرف بأنها ٢٧٣,١٦ كيلفين على كل من المقياسين للغاز المثالى والديناميى الحرارى.

حرارة الإحتراق
heat of combustion

حرارة الإحتراق أو الطاقة الإجمالية gross energy لمادة ما تقدر فى مسعر التفجير bomb calorimeter بربط سلك كهربى للمادة المراد تقدير حرارة إحتراقها بحيث تشعل ignite من بعد وبوضع ٢٠٠٠ جم ماء حول القنبلة bomb، ويضاف ٢٥–٣٠ جو atmosphere أكسجين للقنبلة bomb. ثم تشعل المادة وتسخن الحرارة الناتجة من المادة المحترقة الماء ويسجل ترمومتر التغير فى درجة الحرارة. فمثلا إذا حرق ١ جم من المادة وارتفعت درجة حرارة الماء درجة واحدة مئوية فإن ٢٠٠٠ كيلو كالورى تكون قد نتجت عن إحتراق المادة أى أن المادة تحتوى على ٢٠٠٠ كيلوكالورى فى الجرام الواحد. وهذه القيمة تعرف بإسم الطاقة الإجمالية gross energy لهذه المادة. (Ensminger)

حرارة التسامى heat of sublimation

(McGraw Hill Enc.)

التسامى sublimation عملية تتحول فيها المواد الصلبة إلى بخار مباشرة بدون المرور على الحالة السائلة liquid phase. والتسامى ظاهرة عامة لجميع المواد الصلبة على درجات حرارة تحت نقطها الثلاثية triple points (أنظر: نقطة ثلاثية). ولمعظم المواد فإن النقطة الثلاثية تكون عند ضغط

منخفض نسبياً ويكون معدل التسامي منخفضاً تبعاً لذلك. فمثلاً النقطة الثلاثية للماء تقع عند درجة حرارة ٠,٠٠٧٥ °م (٣٢,١ °ف) وضغط ٤,٥٦مم (٦٠٧ باسكال). واليود له نقطة ثلاثية عند ١١٤,١٥ °م (٢٣٧,٤٧ °ف) وضغط ٩٠,٠مم (١,٢ × ١٠٤ باسكال) وبالتالي فإن معدل تساميه عند ١١٠ °م (٢٣٠ °ف) يكون عالياً وفي الحقيقة فإن معدل التسامي سريع بحيث أن اليود يختفي بالتسامي المباشر قبل أن تصل درجة حرارة اليود الصلب إلى نقطة الإنصهار melting point. ولاتشاهد الحالة السائلة إلا بحصر البخار في حيز الزجاجة المغلق. ولقليل من المواد تقع النقطة الثلاثية أعلا من ضغط واحد جوى (١٠٥ باسكال) ويصل ضغط بخار المادة الصلبة إلى الضغط الجوى قبل ظهور الحالة السائلة. وعلى ذلك فالثلج الجاف (ثاني أكسيد الكربون الصلب) لايمكن تحويله إلى سائل على الضغط الجوى ولكن يتسامى الثلج الجاف إلى غاز ثاني أكسيد كربون بدون المرور في الحالة السائلة والنقطة الثلاثية لثاني أكسيد الكربون هي ٥,١١ ضغط جوى (٥,١١ × ١٠٥ باسكال) على درجة حرارة -٥٦,٤ °م (-٦٩,٥ °ف) ولكن ضغط بخار ثاني أكسيد الكربون الصلب = واحد ضغط جوى (١٠٥ باسكال) عند -٧٨ °م (-١٠٨ °ف) وعلى ذلك فدرجة حرارة التجمد أعلا من درجة حرارة (نقطة) التسامي ولايوجد درجة غليان عادية لثاني أكسيد الكربون.

إحتياجات الطاقة energy requirements

يتطلب كل من تبخر السائل وتسامي المادة الصلبة إمتصاص حرارة للتغلب على الطاقة الكامنة/ المحتملة potential للجزيئات الموجودة في حالة مكثفة condensed state. والحرارة الكامنة الجزيئية للتسامي molar latent heat تماثل تماماً الحرارة الكامنة الجزيئية للسائل + حرارة التجمد fusion للمادة الصلبة. وتشرح معادلة كلوسيوس كلابيرون Clausius-Clapeyron (١) التغير في ضغط البخار ض P للمادة الصلبة مع درجة الحرارة γ T

$$\frac{د ض}{د \gamma} = \frac{\Delta ج_س}{\gamma \Delta ح} \qquad \frac{dP}{dT} = \frac{\Delta H_s}{T \Delta V}$$

حيث:

Δ جس = حرارة التسامي الكامنة الجزيئية.

ΔH_s = molar latent heat of sublimation

Δح = الفرق في الحجم الجزيئي molar volume = ΔV للبخار والمادة الصلبة عند درجة حرارة γ T

وإذا أطاع البخار قانون الغاز المثالي ideal gas law فإن المعادلة (١) يمكن التعبير عنها بالمعادلة (٢)

$$لو \frac{ض_٢}{ض_١} = \frac{\Delta ج_س}{٢,٣ \, ر}\left(\frac{١}{\gamma_١} - \frac{١}{\gamma}\right)$$

والتي تستخدم لحساب الحرارة الكامنة للتسامي إذا عرف ضغط البخار عند أي درجتي حرارة، أو ضغط البخار عند درجة الحرارة الثانية إذا عرفت الحرارة الكامنة للتسامي وضغط البخار عند درجة حرارة معينة.

latent heat حرارة كامنة

(Academic)

هى مقدار الطاقة الحرارية التىتمتصها أو تعطيها وحدة الكمية unit amount (عادة وزن جزيئى one mole) من مادة فى عملية تغير الحالة تحت ظروف ثابتة من الضغط ودرجة الحرارة.

specific heat حرارة نوعية

(Academic)

هى مشتق جزئى بالنسبة لدرجة الحرارة، وفى ظروف معينة يعبر عنها بنسبة إنتقال الحرارة لرفع درجة حرارة وحدة الكتلة لمادة ما درجة واحدة مئوية بالنسبة لمقدار الحرارة التى تنتقل لرفع درجة حرارة وحدة الكتلة من الماء بنفس المقدار تحت ظروف ثابتة من الحجم والضغط.

heat exchanger مبادل حرارى

أنظر: مبادل حرارى (معدل)

thermal stability الثبات ضد الحرارة

هو تحمل المعاملة الحرارية أو درجات الحرارة المرتفعة نسبياً. (عثمان)

thermolabile غير ثابت ضد الحرارة

هو عدم الثبات ضد الحرارة unstable to heat.

(Ensminger)

heat preservation الحفظ بالحرارة

هناك عدد من عمليات الحفظ تستخدم الحرارة لمد عمر الرف للأغذية فتستخدم درجات الحرارة العالية فى عدة عمليات صناعيا لحفظ الأغذية من بينها: التعليب والتعبئة/المعاملة فى جو معقم/مطهر aseptic processing والبسترة pasteurization والسلق blanching (أنظر: كلاً منها وأيضاً بكتيريا وكائنات دقيقة وإنزيم). (Hui)

كما تستخدم درجات الحرارة المنخفضة فى حفظ الأغذية بالتبريد أو التجميد (أنظر: كل منهما).

الحفظ بالإشعاع والحرارة معاً

radiopasteurization

إن تعقيم الأغذية بالإشعاعات المؤينة كثيراً مايكسبها نكهات غير مرغوبة ويمكن تجنب ذلك بإستخدام الحرارة مع جرعة أقل من الإشعاع، فحوالى ٢٠٠٠٠٠ – ٣٠٠٠٠٠ rads بجانب إستخدام الحرارة يمكن أن يطيل عمر الرف للحوم ٥ – ١٠ مرات. (Bender)

خط التحاور / تساوى درجات الحرارة

isotherm

خطوط التحارر هى خطوط تصل أماكن أو مناطق لها نفس درجات الحرارة فى نفس الوقت.

(McGraw-Hill Enc.)

temperature درجة الحرارة

درجة الحرارة من وجهة نظر الديناميكا الحرارية هى كمية تقيس متوسط الطاقة الحركية kinetic الناتجة عن التقلبات الحرارية للجسيمات فى نظام ما. ودرجة حرارة نظام ما تحدد إتجاه إنسياب الحرارة، فهى تنساب من منطقة مرتفعة درجة الحرارة إلى منطقة مجاورة ذات درجة حرارة أقل.

(Academic Dic.)

درجة الحرارة الأصلية initial temperature

أنظر: تعقيم

درجة حرارة الترمومتر المبتل
wet-bulb thermometer temperature

أنظر: جف (تجفيف)

درجة حرارة الترمومتر الجاف
dry-bulb thermometer temperature

أنظر: جف (تجفيف)

درجة حرارة التجمد freezing temperature

أنظر: جمد (تجميد)

درجة الحرارة الحرجة critical temperature

أنظر: حرج

درجة الحرارة المحيطة
ambient temperature

هى درجة الحرارة للوسط المحيط مثل غاز أو سائل والذى يتصل بالجهاز ويعمل كخزان لدرجة الحرارة. (Academic Dic.)

درجة حرارة/ نقطة الغليان
boiling point/temperature

هى درجة الحرارة التى يحدث عندها التحول من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية. وفى حالة المواد النقية وعند ضغط ثابت فإن الغليان أو التبخر يحدث عند درجة حرارة واحدة وعند إضافة الحرارة تبقى درجة الحرارة ثابتة حتى يغلى كل السائل. ودرجة حرارة الغليان العادية تعرف بأنها نقطة الغليان عندما يكون الضغط ضغطاً جوياً واحداً أى أنها درجة الحرارة التى يكون ضغط بخار السائل عندها مساوياً لضغط جوى واحد (٧٦٠ مم زئبق أو حوالى ١٠٠ كيلو باسكال). (McGraw-Hill Enc.)

وترتفع درجة حرارة الغليان بزيادة الضغط حتى تصل إلى درجة الحرارة الحرجة.

وفى المحاليل التى تتكون من مكونين أو أكثر فإن الغليان يتم على مدى من درجات الحرارة.

درجة الحرارة المميتة lethal temperature/ thermal death [pont

درجة الحرارة المميتة بالنسبة لعلم الكائنات الحية microbiology هى أقل درجة حرارة مميتة لكائن حى دقيق بعد التعرض لتلك الدرجة لمدة عشر دقائق. (Academic Dic.)

دينامى حرارى thermodynamic

له علاقة بالديناميكا الحرارية thermodynamics وهذه تدرس الطاقة مع علاقة إنتقال الحرارة والشغل work إلى أشكال الطاقة الأخرى فهى تتعلق بسلوك الأنظمة التى تكون فيها درجة الحرارة عاملاً جوهرياً. (Academic Dic.)

(أنظر: قوانين الديناميكا الحرارية الأول والثانى والثالث).

مزدوج حرارى thermocouple

هو جهاز device يتكون من موصلين معدنين مختلفين تتصلان عند نهايتهما معطية loop فيه تتحول الحرارة إلى تيار كهربى عندما يكون هناك فرقاً فى درجة الحرارة بين وصلتيهما two

junctions ويستخدم فى قياس درجة حرارة مادة ثالثة يوصلها إلى الوصلتين وقياس مقدار الفولت المتولد بينهما. (Academic Dic.)

زمن حرارى مميت thermal death time

فى علم الكائنات الدقيقة هو الزمن اللازم لقتل كائن حى دقيق يوجد فى محلول مائى على درجة حرارة معينة. (Academic Dic.)

سعة حرارية heat/thermal capacity

هى كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة وحدة الكتلة من مادة متجانسة درجة حرارة واحدة بحيث لايحدث تغير فيزيقى/طبيعى أو كيماوى.
(McGraw-Hill Enc.)

التشكيل حرارياً thermoforming

هى طرق تستخدم التفريغ vacuum و/أو ضغط الهواء و/أو الطاقة الميكانيكية لدفع فرخ لدائن حرارى thermoplastic sheet مسخن لشكل معين فى قالب وبعد التبريد يزال الجزء من اللدائن من القالب ويشذب. (Academic Dic.)

مصدر حرارى heat source

فى الديناميكا الحرارية هو أى جسم أو نظام يعمل فى إعطاء طاقة لجسم أو نظام آخر.
(Academic Dic.)

مضخة حرارية heat pump

هى آلة تستخدم مبرد refrigerant لنقل طاقة حرارية من مصدر ذى درجة حرارة باردة مثل الأرض أو الهواء أو الماء إلى مصدر آخر مثل بناء بعد إمتصاص الطاقة من المصدر ذى درجة الحرارة الباردة. ويضغط المبرد ميكانيكياً وبذا يولد زيادة فى درجة الحرارة ثم تنقل الحرارة إلى المصدر الجديد بإستخدام مبادل حرارى.
(Academic Dic.)

طارد للحرارة exergonic/exothermic

يتعلق بتفاعل تكون فيه نواتج التفاعل لها طاقة حرة أقل من المادة الأصلية. (Academic Dic.)

معدل سريان الحرارة rate of heat flow

مقدار الطاقة/الحرارة التى تنتقل من مادة إلى أخرى بسبب إختلاف درجة الحرارة بينهما فى وحدة الزمن. (Academic Dic.)

عزل حرارى thermal insulation

يتم العزل الحرارى بإستخدام مواد غرضها الأساسى تأخير إنتقال الحرارة وهى تقسم إلى قسمين العزل بالحجم أو بالملأ bulk والعزل بالإنعكاس reflective ومن الأولى الصوف المعدنى والألياف النباتية واللدائن المرغاة foamed plastics ومن الثانية رقائق الألومنيوم.
(McGraw-Hill Enc.)

ينعقد حرارياً thermoset

إصطلاح يصف مجموعة من البوليمرات polymers تطرى soften عند تسخينها مبدئياً ثم تتصلب harden وتتكثف condensed وتحتفظ

بشكلها ولايمكن تطريتها أو إعادة معاملتها بإعادة التسخين. (Academic Dic.)

عالى درجة الحرارة قصير المدة (ع.ح.ق.م)
high temperature-short time (H.T.S.T)

هذه هى طريقة تعقيم تتكون عادة من معاملتين حراريتين متتاليتين ومن أمثلتها نظام يستخدم طريقة الفلم الساقط بحرية free-falling film system فيحضر الغذاء السائل – عادة لبن – بتسخينه مبدئياً إلى ٦٦°م (١٥٠°ف) ويدخل إلى معقم الفلم الساقط وفى المعقم يعقم الغذاء أثناء سقوطه بحرية على هيئة فلم رفيع فى وسط بخار طبخ درجة حرارته ٢٧٠° – ٢٨٠°م (٥٢٠° – ٥٤٠°ف) وترتفع درجة حرارة الغذاء من ١٤٠°م (٢٨٠°ف) إلى درجة حرارة البخار تقريباً فى أقل من ٠,٣ ثانية. وفى طريقة أخرى فإن الغذاء السائل ذا اللزوجة المنخفضة يسخن فى مبادل حرارى ذى أنابيب أو من نوع اللوح والإطار plate-and-frame. أما المبادلات الحرارية ذات السطح الكاحتة scraped-surface heat exhangers فتستخدم مع الأغذية ذات اللزوجة العالية.

ويمر الغذاء المسخن بعد ذلك إلى أنبوب حيث يحتفظ به لمدة ٣ ثوان على الأقل قبل تبريده فى غرفة فراغ وميضية vacuum flash chamber إلى درجة حرارة ٦٥° – ٧٥°م (١٤٩ – ١٥٨°ف) حيث تتبخر الرطوبة الزائدة وميضياً. والمعاملة الأولى تثبط الإنزيمات بتسخين الغذاء على ٦٥° – ٨٥°م (١٤٩° – ١٨٥°ف) لمدة ٥ – ١٠ دقائق والمعاملة الثانية تثبط الكائنات الدقيقة بالتسخين لمدة ٢٥ – ٣٠ ثانية على ١٢٥° – ١٥٠°م (٢٥٧° – ٣٠٢°ف).

ويملأ الغذاء المعقم فى جو مطهر aseptically فى أوعية ولذا قد تسمى هذه الطرق عمليات فى ظروف مطهرة aseptic processes.

ومن الطرق التى تجرى عليها الأبحاث الآن طريقة تستخدم المقاومة الكهربية لتسخين الغذاء تسمى حرارة أوم المقاومة ohmic resistant heat وفى هذه الطريقة فإن التيار الكهربى الترددى alternating current ذا الفولت المناسب يمرر بإستمرار خلال الغذاء الذى يمر فى أنبوب صلب غير قابل للصدأ مبطن باللدائن وتوضع أزواج الأقطاب مباشرة فى طريق الغذاء لتوفير التيار الكهربى ويدعى أن هذه الطريقة يمكن بإستخدامها تسخين الأغذية ذات الجسيمات particulates بسرعة دون إنهيارها disintegration. (McGraw-Hill Enc.)

تعقيم حرارى heat sterilization

التعقيم الحرارى هو إستخدام الحرارة الرطبة – ماء ساخن أو بخار – أو الحرارة الجافة dry heat تبعاً لطبيعة المادة المراد تعقيمها للتخلص من جميع صور الحياه على وفى شىء ما.
(McGraw-Hill Enc.)

تعقيم حرارى متقطع tyndallization

فى هذه الطريقة فإن الغذاء أو الوسط يعامل بالبخار لبضع دقائق تحت الضغط الجوى ٣ أو ٤ مرات يفصلها فترات من ١٢ – ١٨ ساعة للتحضين على درجات الحرارة المناسبة للنمو. ونظرياً تسمح

فترات التسخين هذه لأى جراثيم بكتيرية متبقية بالنمو إلى خلايا خضرية أكثر حساسية للحرارة والتى تقتل بالمعاملة الحرارية التالية. ولكن الجراثيم مثلها مثل الخلايا الخضرية لها متطلبات لظروف خاصة مثل الوسط المناسب ووجود أكسجين بنسب مناسبة وكذلك درجة حرارة مناسبة حتى تنمو. وهذه الظروف ربما لاتحقق أثناء الفترات بين المعاملات الحرارية ولايهم عدد مرات المعاملة بالبخار وتكراره فإن الجراثيم التى لاتنمو تبقى وتنمو بعد ذلك عندما تتاح الظروف المناسبة. وبقاء الجراثيم التى لم تنمو يقلل من كفاءة هذه الطريقة ولذا حل محلها طرق أخرى.
(McGraw-Hill Enc.)

معاملة حرارية heat treatment

المعاملة الحرارية للأغذية هى من أهم الطرق لحفظ الغذاء. فهى تؤدى إلى تحقيق أغراض كثيرة منها تثبيط الكائنات الدقيقة و/أو الإنزيمات و/أو المركبات السامة و/أو إحداث تغيرات كيماوية أو فيزيقية/طبيعية غير مرغوبة فى الأغذية . ولكن الأغذية تتعرض للهدم بالحرارة ولذا لإنتاج أغذية ذات قيمة غذائية ومأمونة من الكائنات الدقيقة فإن المعاملة الحرارية يتم ضبطها حتى تحقق الغرض منها عن طريق إستكشاف تأثر الأغذية بالحرارة. وتقدير ذلك بإستخدام طرق تجريبية أو نظرية فى معادلات موازنة الحرارة.

وقد يتم إستخدام الحرارة عن طريق غير مباشر كما فى المبادلات الحرارية أو يكون الغذاء متصلاً مباشرة مع وسط التسخين كما فى خبيز الخبز فى فرن هواء ساخن. ومن أهم العمليات التى تستخدم المعاملة الحرارية للأغذية: السلق، التسخين المبدئى، البسترة، التعقيم، الطبخ، التبخير والتجفيف.
(McGraw-Hill Enc.)

مقاومة الحرارة thermal resistance

الديناميكا الحرارية: كمية تعبر عن مقدرة مادة ما لمنع إنتقال الحرارة. وتساوى الفرق فى درجات الحرارة عبر سطوح الجسم مقسوماً على معدل إنتقال الحرارة.

الكهرباء: نسبة إرتفاع درجة الحرارة إلى المعدل الذى تولد به الحرارة فى نبيطة/وسيلة معدة device كهربية موجودة فى ظروف ثابتة steady-state conditions.
(Academic Dic.)

مقاوم للحرارة
thermoduric/heat resistant

مصطلح يستخدم لوصف الكائنات الحية الدقيقة (بكتيريا) التى تتحمل الحرارة وهذه الكائنات تبقى بعد المعاملة بدرجات حرارة عالية لمدة قصيرة ولكنها لاتنمو على درجات حرارة عالية. فمثلاً هى تبقى بعد بسترة اللبن لمدد قصيرة.
(Ensminger)

مقياس درجة الحرارة/ترمومتر thermometer

كما يدل عليه الإسم فإنه جهاز أو آلة لقياس درجة الحرارة وتستخدم طرق مختلفة لذلك فربما إستخدم تمدد سائل أو معدن لبيان درجة الحرارة أو يستخدم التغير فى ضغط غاز أو يستخدم التغير فى المقاومة الكهربية بتغير درجة الحرارة.
(McGraw-Hill Enc.)

ماص للحرارة endothermic/endergonic

١- يشير إلى أو يصف أى عملية يكون فيها نظام يمتص حرارة من البيئة المحيطة.

٢- عملية كيماوية تتطلب حرارة لكى تستمر.

وعلى ذلك فيقال تفاعل ماص للحرارة أو عملية ماصة للحرارة . (Academic Dic.)

منظم الحرارة/ ثرموستات thermostat

هو جهاز يضبط بطريقة مباشرة أو غير مباشرة مصدراً واحداً أو أكثر للتسخين والتبريد للمحافظة على درجة الحرارة المرغوبة وليقوم الثرموستات/منظم الحرارة بذلك فيجب أن يحتوى على عنصر حساس sensing element ومحول طاقة transducer. والعنصر الحساس يقيس التغيرات فى درجة الحرارة ويحدث التأثير المرغوب فى محول الطاقة transducer الذى يحول هذا التأثير الناتج من العنصر الحساس إلى نبيطة/وسيلة معدة device أو أكثر تؤثر على درجة الحرارة. (McGraw-Hill Enc.)

إنتقال الحرارة heat transfer

تنتقل الحرارة بثلاث طرق وفقط فى إتجاه إنخفاض درجة الحرارة وعند وجود فرق فى درجات الحرارة وهذه الطرق هى:

التوصيل conduction: وفى هذه الطريقة تنتقل الحرارة من جزىء إلى جزئ آخر ملاصق. وتوصيل المواد conductivity يختلف كثيراً وهو أعلاه فى المعادن وأقل فى المواد غير المعدنية وأقل فى السوائل وأقلها فى الغازات. والمواد التى لها توصيل منخفض يمكن أن تعمل كعازل insulator.

الحمل convection: وهذا يتعلق بإنتقال الحرارة عن طريق خلط جزيئات السائل مع جسم السائل بعد أن يكتسبوا أو يفقدوا حرارة بالإتصال الوثيق مع سطح ساخن أو بارد. وإنتقال الحرارة عند السطح الساخن أو البارد يكون بالتوصيل وعلى ذلك فإنتقال الحرارة بالحمل لايتم بدون التوصيل. وحركة السائل لإحداث الخلط إما أن تكون بسبب إختلافات فى الكثافة نتيجة إختلافات درجة الحرارة كما فى الحمل الطبيعى natural convection أو قد تحدث نتيجة إستخدام طرق ميكانيكية كما فى الحمل القسرى/الجبرى forced convection.

الإشعاع radiation: تبث المواد الصلبة – بغض النظر عن درجة الحرارة – إشعاعات فى جميع الإتجاهات وهذه الإشعاعات قد يتم إمتصاصها، عكسها reflect أو إمرارها transmit بدرجات مختلفة.

والسوائل والغازات تمتص أو تبث هذه الإشعاعات بشكل إختيارى selective وكثير من السوائل خاصة العضوية منها لها أحزمة إمتصاص إختيارية selective absorption bands فى المناطق تحت الحمراء infrared وفوق البنفسجية ultraviolet. وإنتقال الحرارة بالإشعاع يتميز بعدم الاحتياج إلى مادة موصلة كما فى حالتى التوصيل

والحمل (ينتج عن ذلك امكان انتقال كميات كبيرة من الطاقة من الشمس الى الأرض).
(McGraw-Hill Enc.)

(وحدة حرارية)

الوحدة unit

فى الطبيعة physics

١- كمية تستخدم وتشير إلى مقياس مقبول accepted standard.

٢- تشير إلى مقدار/كمية واحد quantity of one.

٣- أى نوع من كمية تصف مقياس فيزيقى/طبيعى physical measurement مثل قياس السرعة سم/ث، كم/ساعة .. وهلم جرا.
(Academic Dic.)

وحدة حرارية thermal unit

الوحدة الحرارية إما: سعر calorie، أو وحدة حرارية بريطانية British thermal unit. والسعر عرف أصلاً بأنه كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة ١جم ماء خال من الهواء درجة واحدة مئوية تحت ضغط ثابت مقداره واحد جوى. وتستخدم عادة فترة درجة حرارة من ١٤,٥° - ١٥,٥°م. وقد أتفق على أنه يساوى فى الهندسة الكيماوية ٤,١٨٦٨ جول وفى الكيمياء الحرارية السعر يساوى ٤,١٨٤جول. وعادة يستخدم الكيلو كالورى (١٠³ كالورى).

أما الوحدة الحرارية البريطانية Btu فعرفت أساساً على أنها كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة رطل واحد من الماء الخالى من الهواء تحت ضغط جوى ثابت مقداره واحد جوى وتستخدم عادة فترة درجة حرارة ٥٩,٥° - ٦٠,٥°ف.

والتعريفان السابقان يسمحان بأن تكون قيم سعة الحرارة النوعية specific heat capacity لأى مادة متساوية فى الحجم سواء تم التعبير عنها بوحدات حرارية بريطانية للرطل لكل درجة حرارة فهرنهيتية (و.ج.ب/رطل.°ف Btu/lb °F) أو سعرات لكل جرام لكل درجة حرارة مئوية (س/جم.°م cal/g.°C). أى أن و.ج.ب تساوى ٢٥١,٩٩٦ قدر السعر المقابل.
(McGraw-Hill Enc.)

توصيل حرارى thermal conductivity

أنظر: إنتقال الحرارة.

حرية

درجة الحرية degree of freedom

فى الكيمياء الطبيعية: ١- أى من الكميات الفيزيقية/الطبيعية فى نظام معين مثل ضغطه أو درجة حرارته أو تركيبه والتى يجب أن تحدد حتى يمكن تعريف هذا النظام. ٢- أى من الطرق الفريدة التى يمتص بها جسيم واحد الطاقة.

فى الإحصاء: الزيادة فى عدد نقاط المعلومات data points على عدد المعالم parameters.
(Academic Dic.)

حرشف scale (fish)

صفائح plates صلبة ومسطحة flat تكون الغطاء الخارجى لكثير من الأسماك والثعابين والسلاحف.
(Hammond)

وقد توجد على أرجل بعض الطيور وذيول بعض الثدييات. (Academic Dic.)
وقد تكون من كيتين chitin أو عظام أو مواد قرنية. (Chamber's)

حَرُف to become biting

ومنه شيء حِرِّيف biting/piquant وهو مايلذع اللسان بحرافته نسبة إلى الحُرْف/حب الرشاد.
(مختار الصحاح)

أنظر: حُرْفُ/قرة العين.

الحُرْف/قرة العين/رشاد برى/حب الرشاد water cress

الإسم العلمى *Nasturtium officinale*
الفصيلة/العائلة: الصليبية
Cruciferae (mustard)

بعض أوصاف

نبات معمر (Reader's) ينمو فى الماء الضحل الجارى ويستحسن أن يكون الماء قلوياً قليلاً ومحتوياً على نترات كافية ليضمن نمو النبات (Ensminger). ويجب أن يكون الماء بارداً وغير ملوث وهو ينمو زاحفاً/منبسطاً prostrate ولونه أخضر إلى برونزى ويكاد يكون أسوداً (Stobart). وهو حريف عادة وتختلف درجة حرافته وله جذور عديدة تشبه الخيوط وأوراقه لها ٣ - ٩ فصوص وأزهاره بيضاء صغيرة وقرونه seedpods تشبه الإبر (Ensminger) وهو فاتح للشهية.

وهو عادة يؤكل طازجاً فى السلطة ولايعامل (Ensminger). ولحفظه طازجاً يمكن غمره مباشرة فى ماء بارد وحتى قاعدة الأوراق وبذا يمكن الإحتفاظ به لعدة أيام.

الإختيار والتحضير: العالى الجودة منه يكون طازجاً وصغيراً وقصماً crisp وطرياً ولونه أخضر متوسط خالى من أى تراب أو ورق أصفر ويدل الذبول والإصفرار وأى تغير فى اللون على القدم وعدم وجود الطزاجة المرغوبة أو أى تلف آخر.
وهو يستخدم فى السلطات والسندوتشات وتجميل garnish الأكلات المطبوخة ولكن يحسن غسله جيداً لإحتمال تلوث المياه التى ينمو فيها (Reader's). ويحذر من أنه قد يحتوى مواداً تسبب التدخل فى إستخدام اليود (تسبب مرض الغدة الدرقية goitrogenic) ولذا إذا أستهلك بكميات كبيرة فيجب زيادة اليود فى الغذاء بأكل الأغذية البحرية أو الملح الميود.

القيمة الغذائية

كل ١٠٠ جم بها ٩٣,٣جم ماء وتعطى ١٩ سعراً وبها ٢,٢ جم بروتين، ٠.٣ جم دهن، ٣,٠ جم كربوايدرات، ٠,٧ جم ألياف، ١٥١,٠ مجم كالسيوم، ٥٤,٠ مجم فوسفور، ٥٢,٠ مجم صوديوم، ٢٠,٠ مجم مغنيسيوم، ٢٨٢,٠ مجم بوتاسيوم، ١,٧ مجم حديد، ٢١,٠جم زنك، ٠,٠٤ مجم نحاس، ٤٩٠٠ وحدة دولية فيتامين أ وخالية من فيتامين د وبها ١,٠ مجم توكوفيرول، ٧٩,٠ مجم فيتامين ج، ٠,٠٨ مجم ثيامين، ٠,٨٦ مجم ريبوفلافين، ٠,٩ مجم

نياسين، ٢١ مجم حمض بانتوثينيك، ٠,١٣ مجم بيريدوكسين، ٠,٤٠ ميكروجرام بيوتين. فهو غني في فيتامين أ، ج. (Ensminger)

ولايوجد دليل علمي على نفعه في علاج الأعصاب والروماتيزم. (Reader's)

والأسماء: بالفرنسية cressone (m) de fontaine (عثمان) وبالألمانية Brunnenckresse وبالإيطالية cresciene difonte وبالأسبانية berro (Stobart)

إنحراف قياسي/معياري /standard deviation
standard error/root mean square error

في الأحصاء: هو مقياس الإختلاف variability والذي يمثل المسافة المتوسطة للبيانات عن متوسطها، وحريفه هو الإختلاف variance.
(Academic Dic.)

حَرَق

إحتراق تجميدي / لسعة التجميد
freeze burn

بقع ذات لون فاتح تشبه علامات الإحتراق، تظهر على الأغذية المجمدة نتيجة فقد زائد للرطوبة يحدثه التجميد غير الكفء أو التعبئة الخاطئة faulty packing. (Academic Dic.)

إحتراق الرص stack burn

في تخزين الأغذية قد ينتج تغير في اللون أو فساد damage عندما ترص الأغذية المعاملة حديثاً بالقرب من بعضها جداً وبدون مسافة كافية تسمح بالتهوية والتبريد. (Academic Dic.)

حرك

حركة براونية
Brownian movement

في الطبيعة هي الحركة العشوائية random للجسيمات المعلقة في سائل والتي يسببها التفاعل بين هذه الجسيمات وجزيئات السائل. نسبة إلى روبرت براون R. Brown. (Academic Dic.)

حَزَم

أنظر: أكل

حرنكش/الست المستحية
bladder herb
Chinese lantern/bladder cherry

(الشهابي)

الإسم العلمي *Physalis longifolia*

الفصيلة/العائلة: الباذنجانية
Solanaceae (night shade family)

بعض أوصاف

نبات معمر له سوق مستقيمة متفرعة تنمو إلى قدمين (٦٠سم) وأوراق بيضاوية oval مدببة pointed طولها ٢-٣ بوصة (٥ - ٧,٥ سم) مسننة بها عروق كثيرة وتنمو في أزواج. وتتساقط البتلات المبيضة وينمو الكأس calyx ليحتوي ثمرة حمراء عند النضج تشبه الكريز.

الإستخدام

يستخدم فى عمل مربات وجيلى أما فوائده كمدر للبول فلم تثبت علمياً والقرون pods التى تشبه المصابيح lantern تجفف وتستخدم فى الزينات الزهرية.

حَزَّ

حُزَّة fillet

فى التشريح يقصد بها حزمة من ألياف band of fibers. (Hammond)

وفى الطبخ قد تكون أجزاء من لحم البقر أو الخنزير أو لحم العجل أو الخراف أو السمك مزالة العظم. (Stobart & عثمان)

حَزَمَ

حزام ناقل band/belt conveyor

حزام لانهائى متحرك ينقل المواد. (Academic)

أنظر: جف، جمد ، نقل

حَسَبَ

حاسوب/ حاسب ألكترونى/ كمبيوتر computer

نبيطة أو نبيطات/وسيلة معدة أو وسائل معدة devices يمكن أن تخزن فيها البيانات وبرنامج يعمل على هذه البيانات ويمكن برمجة الحاسوب لحل أى مشكلة معقولة يمكن التعبير عنها منطقياً أو رياضياً. (Chamber's)

حَسّ

حس/حاسة (ج: حواس) sense(s)

يتكون أى نظام حسى sensory system من مجموعة من خلايا تستقبل receptor cells، تركيبات مساعدة accessory تحول طاقة المنشط الفيزيقى قبل أن يرتطم impinges على الخلايا المستقبلة وطرق عصبية neural pathways تخرج من الخلايا المستقبلة وأخيراً المساحات areas فى النظام العصبى المركزى central nervous system حيث تصل الطرق العصبية.

ويمكن تقسيم الحواس بعدة طرق.فمثلاً تبعاً للطاقة الفيزيقية التى تكون الأعضاء النهائية end organs حساسة لها. أو تبعاً للخصائص التشريحية للمستقبلات نفسها أو تبعاً لنوع العصب الذى ينقل الدفعات/النبضات impulses (سيال التنبيه) من المستقبل.

وقد ميز أرسطاليس Aristotle خمسة حواس: الإبصار vision، السمع hearing، اللمس touch، والمذاق/الطعم taste والشم smell. بينما ناقش لوكريتيس Lucretius الحواس فى أربعة فئات: السمع والمذاق والشم والأبصار على أنه نوع من اللمس. كما أعطى آخرون تقسيمات أخرى.
(Americana)

المستقبلات الحسية sense receptors

المستقبلات الحسية طرق لتحويل المعلومة (أو معلومات) التى تصل إليها كأحد أنواع الطاقة مثل الضوء تحولها إلى معلومة يستخدمها الجهاز العصبى

nervous system أى دفعـــــات/نبضـــــات impulses تنتقل خلال الألياف العصبية.

التأثرية/التهيجية المتخصصة
specific initability
هذه خاصية ضرورية لإمكان التمييز بين أنـواع التنبيـــه stimulation المختلفـــة بكـــل حاســـة متخصصة فى التعرف detection على شكل واحد مـن الطاقـة تسـمى المنبـه المناسـب/الكـافى adequate stimulus لهذه الحاسة.
ولاترتبــك confused بالرســائل الناتجـــة مـــن الحواس المختلفة مع بعضها البعض بالرغم من أنها تتكون من دفعات impulses عصبية متشابهة لأنها تنتقل فى أعصاب مختلفة كما أنها تصل إلى غاياتها destinations المختلفة داخل الجهاز العصبى.

خواص مشتركة لجميع الحواس
properties common to the senses
لكــل حاسـة آليــات mechanisms وخـــواص characteristics تميزها ولكنها تشترك فى أنها جميعاً لها:

١- عتبة مطلقة **absolute threshold**: فلايتم الإحســاس بمنبـــه stimulus حتـــى يرتطـــم impinges هذا الإحساس على المستقبل بدرجة كافية. والكمية من التنبيـه المطلوبـة تعرف بإسم "العتبة المطلقة". ويتأثر مقدار العينة المطلقة بعدة عوامل.

٢- عتبة الإختلاف **differential threshold**: لايتم التعرف على التغير فى المنبه حتى يكـون هذا التغير كافياً. ومقدار التغير المطلـوب يعرف بإسم "عتبه الإختلاف". والزيادة فى المنبه التى يكـاد التعرف عليها وتسمى الاختلاف الذى يكاد يلحظ just noticeable difference (خ.ك.ل jnd) هى كسر (جزء) ثابت من مقدار المنبه الأصلى. وهذا الكسر أو الجزء يتأثر بكثير من العوامل فهو يختلف من حاسة إلى أخرى وكذلك تبعاً لمعدل تغير المنبه ومـدة مكـث التنبيه وحجمه وكذلك عوامل أخرى.

٣- التعود/التكيـف **adaptation**: تحـت التنبيه المستمر يحـدث إنخفـاض فـى الحساسية للحاسة ويظهر ذلك بالتغير فى العتبة المطلقة وفى مقدار الإحساس. وتـزداد الحساسية بعد وقف التنبيـه. ومثال واضح لذلك هو التكيف أو التعود البصرى عند الإنتقال من الضوء للظلام أو العكس.

قوة الإستجابة strength of response
قد يتأثر مقدار الإستجابة للحس للتنبيه بحجم أو إستمرار المنبه. والمنبهات ا[illegible]ـيرة أو القصيرة جداً كثيراً ماتعطى - ولكن ليس دائماً - إستجابة أقل ويؤثر على ذلك العتبة المطلقة فالمنبه الذى هو أقل من العتبة المطلقـة لايكـون لـه [illegible]ى إستجابة، والمنبه الذى هو فوق العتبة المطلقة مباشرة تكون الإستجابة له ضعيفة فى حين أن المنبه الذى هو أعلا كثيراً من العتبة المطلقة تكون الإستجابة له قوية.
وطبيعة المنبه لها تأثير كبير على العتبة المطلقة لأن المستقبلات لاتتساوى فى حساسيتها للمدى الكامل لمنبهاتها. فمثلاً العتبة المطلقة لعين الإنسان للضوء

الأصفر المخضر هو ١٠٠٠١١ من ذلك للضوء الأحمر وكذلك تركيزات العتبة للمواد ذات الرائحة قد تختلف بمقدار المليون.

كذلك فإن حالة المستقبل قد تؤثر على العتبة المطلقة ليس فقط خلال التكيف/التعود بل ربما بتأثر وظيفتها. فالعين مثلاً تصاب بالعمى الليلي نتيجة نقص فيتامين أ (أنظر) كما أن التقدم الطبيعي في السن يؤثر على عتبات السمع. كذلك فإنه مع بعض الحواس فإن مكان التنبيه يؤثر على العتبة المطلقة فبعض الأماكن (المساحات) على اللسان حساسة أكثر للمنبهات المرة bitter عن المنبهات المالحة salty كذلك تختلف الأنواع species المختلفة في مقدار حساسيتها للمنبهات الحسية فالقطط أكثر حساسية بمقدار ثلاث مرات للأصوات عن الإنسان. بينما بعض الثدييات لاتتأثر بالألوان ولا ترى إلا الأبيض والأسود.

(McGraw-Hill Enc.)

أنظر: مذاق/طعم، مظهر، لون، رائحة، نكهة

الإختبارات الحسية sensory tests

في مجال الأغذية يقوم المشتغلون في حقل التقدير الحسي sensory evaluation (أنظر) بتقسيم الإختبارات الحسية إلى قسمين رئيسين على أساس الغرض من الإختبار:

أ- إختبارات موجهة oriented للمستهلك consumer-oriented أو affective (تفضيلية).

ب- إختبارات موجهة للمنتج/للناتج -product oriented أو تحليلية analytical.

والإختبارات في القسم الأول (أ) تستخدم لتقدير تفضيل preference أو قبول acceptance أو درجة حب أو الميل liking إلى نواتج الأغذية food products.

وفي القسم الثاني (ب) تستخدم الإختبارات في قياس الاختلافات بين المنتجات أو لقياس الخواص الحسية sensory characteristics لهذه المنتجات الغذائية.

وعموماً فإن البيانات الحسية يمكن أن تكون على شكل تكرارات frequencies أو مرتبات rankings أو بيانات عددية كمية quantitative numerical data وهذا الشكل يتوقف على نوع القياس الدرجي measurement scale المستخدم في الإختبار الحسي.

القياسات الدرجية measurement scales

تستخدم القياسات الدرجية measurement scales للتعبير كمياً عن المعلومات الحسية. والتدريجات scales يمكن أن تقسم إلى إسمية nominal وترتيبية ordinal وتدريجات المسافات الفاصلة intervals ونسبية ratio. وإختيار أحد هذه الإختبارات يؤثر على نوع التحليل الإحصائي الذي سيجرى لذا يجب أن يكون هذا الإختيار بعد أخذ الغرض من الدراسة في الإعتبار.

تدريجات إسمية nominal scales: هذه هي أبسط التدريجات scales. ففي هذا النوع يمكن إستخدام الأرقام لتمثل رواشم labels أو أسماء فئات category names ولايكون قيمة عددية

حقيقية. فمثلاً في حالة شوربة طماطم يقوم أعضاء هيئة التذوق panelists بالتعرف على خاصة الرائحة فيها بإعتبار أن ١ = رائحة فاكهة fruity، ٢ = حلو sweet، ٣= رائحة توابل spicy، ٤= حريف pungent. ويقوم الأعضاء بكتابة العدد الذى يمثل الرائحة الخاصة الموجودة فى العينات وتقارن المنتجات بعدد التكرارات لكل من هذه الروائح فى كل عينة.

كما يمكن إستخدام أسماء فقط بدلاً من الأعداد فى مثل هذا القياس الإسمى nominal scale فالفئات أو الأقسام classification or categories يمكن أن تعطى أسماء وعدد التكرارات فى كل قسم تدون وتقارن. فعينات الأغذية يمكن تقسيمها إلى مقبولة أو غير مقبولة مع مقارنة عدد أعضاء هيئة التذوق الذين أبدوا قبولهم أو رفضهم للعينات المختلفة.

تدريجات ترتيبية ordinal scales: فى هذا النوع من التدريجات scales تمثل الأعداد numbers مرتبات ranks فترتب العينات حسب المقادير ولكنها لاتمثل مقدار الفرق بين العينات. والترتيب بالمرتبات ranking يستخدم فى كل من الإختبارات الموجهة للمنتج أو المستهلك. ففى الإختبارات الموجهة للمستهلك ترتب العينات على أساس التفضيل preference أو التقبل accep.ability. وفى الإختبارات الموجهة للمنتج فإنه يتم ترتيب شدة intensity خاصية معينة فى المنتج.

تدريجات المسافات الفاصلة interval scales: تسمح هذه التدريجات بترتيب العينات تبعاً لمقدار خاصية معينة فى المنتج أو تبعاً للتقبل أو التفضيل. وهنا يتضح مقدار/درجة الإختلاف بين العينات ولذا يجب أن تكون المسافات الفاصلة متساوية.

ويمكن إستخدام تدريجات فئات category scales أو تدريجات خطية line scales مثل: آثار، شدة بسيطة، شدة متوسطة، شديد جداً، شديد للغاية (شدة/شديد = intense) وهذا فى تدريج فئات ذى خمس فترات.

أما فى التدريج الخطى فيستعمل خط:

|————————————————|

ضعيف weak   قوى strong

وعادة يكون عدد الفئات من ٥ ـ ٩ أما الخط فطوله عادة ١٥ سم.

وإذا حدث شك فى تساوى المسافات فيمكن تحويل التقديرات scores إلى مرتبات ranks وتعامل تقديرات الفئات أو التقديرات الخطية كتدريجات ترتيبية ordinal scales.

وتدريجات المسافات الفاصلة تستخدم فى كل من الإختبارات الموجهة للمستهلك أو المنتج حيث تقدر درجة الحب/الميل إلى أو التفضيل أو التقبل فى الإختبارات الموجهة للمستهلك أما فى الإختبارات الموجهة للمنتج فيتم تقدير شدة خواص المنتج.

تدريجات نسبية **ratio scales**: هذه التدريجات تشبه تدريجات المسافات الفاصلة ولكن يوجد بها تقدير الصفر لأنه فى تقديرات المسافات الفاصلة فإن نقطة الصفر تختار ولاتمثل بالضرورة غياب الخاصية الجارى قياسها. ولكن فى الإختبارات النسبية فإن نقطة الصفر تبين غياب هذه الخاصية تماماً.

وإذا قدرت خاصية معينة فى منتج ما بتقدير ٣، ٦ مثلاً فإن هذا معناه أن العينة ذات التقدير ٣ تكون مالحة (مثلاً) بمقدار نصف ملوحة العينة ذات التقدير ٦. والتقديرات النسبية لاتكاد تستخدم فى الإختبارات الموجهة للمستهلك لأنها تحتاج إلى تمرين أعضاء هيئة التذوق لنجاح هذه الإختبارات.

إختبارات موجهة للمستهلك consumer-oriented tests: أن إختبارات التفضيل أو التقبل أو نظام تقدير الإستساغة hedonic هى إختبارات موجهة للمستهلك.

- **إختبارات التفضيل preference tests**: تسمح هذه الإختبارات بأن يظهر المستهلك إختياره أو تفضيله لعينة على عينة أخرى أو أنه لايفضل أى منها.
- **إختبار المقارنة المزدوجة paired-comparison test** : و تدريجات الفئات أو إختبارات المرتبات **ranking**: حيث يطلب من أعضاء هيئة التذوق بيان إى عينة من أثنين يفضلون.
- **إختبارات التقبل acceptance tests**: وهذه تستخدم لتحديد determine درجة تفضيل المستهلك لمنتج ما وتستخدم معها تدريجات الفئات أو إختبارات المرتبات أو إختبار المقارنة المزدوجة ويسأل أعضاء هيئة التذوق إعطاء مرتبات للعينات من حيث تفضيلها كأقلها تفضيلاً إلى أكثرها تفضيلاً وعادة لايسمح بدرجة تفضيل متساوية.
- **إختبارات نظام تقدير الإستساغة hedonic tests**: تصمم هذه الإختبارات لقياس درجة حب/الميل إلى منتج ما. وتستعمل معها تدريجات الفئات من ميل إلى شديد إلى عدم الميل أو النفور like or dislike إلى النفور الشديد ويختلف عدد الفئات من إختبار إلى آخر. ويبين أعضاء هيئة التذوق درجة حبهم/ميلهم إلى كل عينة بإختبار الفئة المناسبة appropriate category وفيه يطلب من أعضاء هيئة التذوق تقييم عينات عدة منتجات تبعاً لدرجة حبها/الميل إليها على تدريج من ٩ نقاط.

إختبارات موجهة للمنتج product-oriented tests: تشمل الاختبارات الموجهة للمنتج والتى تستخدم عادة فى المعامل مثل: إختبارات الإختلاف/الفرق difference ومرتبات الشدة ranking for intensity وتقدير الشدة scoring for intensity وإختبارات التحليل الوصفية descriptive analysis tests. وتجرى هذه الإختبارات دائماً مع إستخدام هيئات تذوق معملية متمرنة.

- **إختبارات الإختلاف/الفرق difference tests**: تصمم لتحديد ما إذا كان فى الإمكان

تمييز distinguish عينتين كل عن الأخرى بالتحليل الحسى sensory analysis وذلك من حيث مظهر أو نكهة أو قوام كنتيجة للتخزين أو تغيير طرق المعاملة أو تغيير أحد المكونات مثلاً. حيث يستخدم الإختبار الثلاثى/المثلث triangular فإن المتذوقين يسألون أن يختاروا العينة المختلفة من ثلاث عينات أثنان منهما متماثلتان.

- إختبارات الترتيب للشدة ranking for intensity tests: تتطلب هذه الإختبارات من المتذوقين ترتيب العينات تبعاً لشدة الخواص الحسية التى يشعرون بها. ويمكن إستخدام هذه الإختبارات للحصول على معلومات مبدئية عن الإختلافات فى المنتج أو لتصفية المتذوقين من حيث مقدرتهم على التفرقة بين عينات معروف مقدار الإختلاف بينها. وهذه الإختبارات تبين الإختلافات التى يمكن إدراكها perceptible فى شدة أحد خواص المنتج، ولكن الترتيب ranking لايعطى أى معلومات من مقدار الإختلاف بين عينتين. وفى هذا الإختبار يطلب من المتذوقين ترتيب العينات المُرَمزَّة تبعاً لشدة خاصية معينة بترتيبها من أكثرها شدة إلى أقلها شدة ولايسمح بترتيب متساوى بين عينتين.
- إختبارات التقدير للشدة scoring for intensity tests: وفيها يقوم المتذوقون بتقدير العينات على تدريجات الخط أو الفئات بالنسبة للشدة المدركة لخاصية حسية. وهذه الإختبارات تقيس مقدار الفرق بين العينات وتسمح بترتيب العينات ترتيباً تصاعدياً أو تنازلياً بالنسبة لخاصية ما. ويقوم المتذوقون بتقدير شدة الخاصية الحسية المدركة لكل عينة مرمزة على تدريج المسافات الفاصلة interval scale من شدة منخفضة إلى شدة عالية أو قوية.
- الإختبارات الوصفية descriptive tests: وهذه الإختبارات تشبه إختبارات التقدير للشدة فيما عدا أن المتذوقين يقدرون score شدة عدد من الخواص characteristics عوضاً عن خاصية واحدة فقط. ويقوم المتذوقون المتمرنون بإعطاء وصف حسى كامل للعينة بمافيه المظهر appearance والرائحة odor والنكهة flavor والقوام texture والخُلْفَة aftertaste وهناك عدة أنواع من هذه الإختبارات.

تصميم تجربة حسية

planning a sensory experiment

يجب أن تراعى النقاط الآتية فى تصميم تجربة حسية:

١- تعريف أغراض التجربة مع وضع أسئلة واضحة وفروض يجب إختبارها.

٢- تحديد حدود constraint التجربة من حيث التكاليف والمواد المتاحة وكذلك الأجهزة والمتذوقين والزمن.

٣- يتم إتخاذ نوع الإختبار وكذلك هيئة التذوق مع تصميم ورقة التقدير scoring ballot.

٤- يراعى فى التصميم ضبط المتغيرات التى لايتم إختبارها وألا تتأثر نتائج هيئة التذوق panel

مع ضمان عشوائية عوامل التجوية التى قد تؤدى إلى تحيز مثل ترتيب تحضير وتقديم العينات.

٥- تحديد أى الطرق الإحصائية سيتم إستخدامها مع ملاحظة أغراض المشروع ونوع الإختبار ونوع هيئة التذوق.

٦- تحضير الإستمارات التى سيدون فيها نتائج الإختبارات الحسية وبحيث يسهل ذلك التحليل الإحصائى.

٧- إذا إحتاج الأمر يتم الحصول على أعضاء هيئة التذوق وتمرينهم.

٨- يجرى تجربة إختبار trial run مثل البدء فى التجربة نفسها لإختبار مدى ملاءمة تحضير العينات وتقديمها وإختيار ورقة التقدير.

(Watts)

التقدير الحسى sensory evaluation

تعرف جمعية تقنيى الأغذية (الولايات المتحدة) Institute of Food Technology, USA التقدير الحسى بأنه فرع من المعرفة والدراسة يعمل على إستدعاء وقياس وتحليل وتأويل تفاعلات خواص الأغذية والمواد كما يتم إدراكها بحواس الرؤية والشم والذوق واللمس والسمع

"sensory evaluation is a scientific discipline used to evoke, measure, analyze and interpret reactions to those characteristics of foods and materials as they are perceived by the senses of sight, smell, taste, touch and hearing"

ويستخدم التقدير الحسى ويحتاج إلى فروع معرفة ودراسة كثيرة من بينها علم النفس التجريبى والإجتماعى والفسيولوجى والإحصاء والإقتصاد المنزلى وبالطبع علم وتقنية الأغذية. (Stone)

حساسية الأغذية food intolerance

التفاعلات العكسية للأغذية ومكوناتها يشار إليها بأنها حساسية أغذية food allergies.

- عدم تحمل الغذاء food intolerance: عرف عدم تحمل الغذاء بأنه تفاعل عكسى يولد مرة ثانية لغذاء متناول أو مكون له والذى ليس سيكولوجى الأصل.

- الحساسية allergy: الحساسية هى التفاعل غير العادى للنظام المناعى لشخص إلى مادة مثل حبوب اللقاح أو مكون غذائى والتى ليس لها تأثير ضار فى معظم الناس.

ومصطلح حساسية مفرطة hypersinsitivity أستخدم أحياناً ليكون مرادفاً للحساسية allergy. ولكن هذا غير دقيق ويبدو أنه مناسب أكثر أن يستخدم فى نفس الطريقة والتى يستخدم فيها مصطلح عدم تحمل intolerance.

- عيوب الإنزيمات enzyme defects: أخطاء الولادة فى الأيض inborn errors of metabolism حيث يوجد عيب فى واحد أو أكثر من الأنظمة الإنزيمية يمكن أن تؤثر على أنسجة الجسيم وتسبب شذوذاً فى الهضم والإمتصاص والأيض والتحول البيولوجى. وتوجد الأعراض إما بسبب تجمع مواد متوسطة سامة أو منتجات كما فى حالة الفينيل كيتونيوريا والجالاكتوزيميا galactosaemia. أو بسبب نقص فى مغذ ضرورى كما فى حالة الإعتلال الوراثى لهضم

البروتينات ونقص اللاكتاز الخلقى – والذى يتسبب عنه سوء إمتصاص اللاكتوز – موجود فى الاوروبيين بنسبة ١٠٪ هو يرتفع فى الأفريقيين والأسيويين إلى ٧٠٪.

- عدم إحتمال عقاقيرى pharmacological intolerance: توجد أغذية كثيرة أو مكونات أغذية تستطيع أن تنتج تأثيراً عقاقيرياً. وهذه التأثيرات عادة غير جوهرية مالم تستهلك كميات كبيرة جداً أو أن الشخص كان حساساً بدرجة غير عادية. ومن أمثلة هذه المواد ميثايل زانثين وكافيين والأمينات ذات النشاط الوعائى vasc-active والتى توجد فى عدد كبير من الأغذية (

جدول (١): أمثلة على الأمينات ذات النشاط الوعائى.

أمين ذو نشاط وعائى	الغذاء
تيرامين	الجبن والسمك المخلل
فينيل ايثيل أمين	الشيكولاته
سيروتينين	الموز
اوكتوبامين	الموالح
هستامين	الأغذية المتخمرة مثل الجبن الأزرق والسمك المخلل

والهستامين مكون طبيعى لبعض الأغذية المتخمرة مثل الجبن والسالامى والسوركروت والنبيذ. فيتحول الهستيدين إلى هستامين بواسطة ديكربوكسيلاز البكتريا

يد – ك = ك ك يد٢ ك يد (ن يد٢) ك أ أ يد ←—— يد ك = ك ك يد٢ ك يد٢ ن يد٢ + ك أ٢

هستيدين   هستامين

وهذا يتسبب فى مرض زعاف سكومبرو الناتج من تناول السمك الأسكومبرويد الفاسد مثل الإسقمرى ويتجنب بتبريد السمك أثناء النقل والمعاملة والتوزيع.

وبعض الناس حساسين بدرجة غير عادية للهستامين الناتج من بعض الأغذية مثل بياض البيض والأسماك الصدفية والفراولة والطماطم والشيكولاتة وهى تظهر فى الأطفال children والبالغين ولكن يظهر أنها أكثر فى الأشخاص الذين ورثوا الميل لتكوين الحساسية.

والأعراض الناتجة عن الهستامين تماثل تلك الخاصة بحساسية الغذاء الحقيقى وعن طريق جلوبين المناعة ى ز هـ IgE ، هـ E

وقد تسبب بعض مكونات الأغذية كعوامل التلوين عدم إحتمال عقاقيرى وينتج هستامين أو متوسطات أخرى.

- تفاعلات استعداد ذاتي معاكسة
idio-syncratic adverse reactions
خاصية أو فرط حساسية الأغذية مصطلح ينقصه أحكام التعريف فهو يعرف في القاموس بأنه الخاصية الخاصة بشخص فالمصطلح يجب أن يشمل كل التفاعلات المعاكسة للغذاء بما يشمل تلك التي لها مكون مناعي. لكن من الوجهة العملية فقد أستخدم ليصف تفاعلات عكسية مع أساس غير مناعي بما فيها تلك ذات الأصل الأيضي أو العقاقيري.

مقت الغذاء food aversion

- تجنب الغذاء food avoidance
مقت الغذاء وفيه تناول الغذاء يتغير لأسباب سيكولوجية/نفسية عام في الناس عموماً خاصة في أطفال ماقبل المدارس وفي المراهقين وقد يظهر بتجنب كل الأغذية أو أغذية معينة وهو موجود أكثر مابين البنات المراهقات الذين يعتريهن فقد الوزن والإحتفاظ بشكل جسم معين والتطرف في هذا السلوك يبدو في إضطرابات الأكل قهم عصبي anorexia nervoses والضُوَر bulimia.

- عدم إحتمال الغذاء السيكولوجي
psychological food intolerance
مقت الغذاء قد يبدو كعدم تحمل غذاء سيكولوجي وهناك تفاعل فيزيقي معاكس يرتبط بتناول غذاء معين والذي قد يولد أعراضاً لاتختلف عن عدم تحمل غذاء فيزيقي. وهذه التفاعلات في الواقع نفسية بدنية psychosomatic ولاتحدث عندما يدخل الغذاء بطريقة مخبأة.

المظاهر السريرية clinical manifestations

الأعراض التي تحدث من التفاعلات تقع في ثلاثة مجاميع:

١- أعراض مباشرة في القناه المعدية المعوية gastrointestinal (خلال ساعة من تناول الغذاء) مثل إنتفاخ الشفة واللسان ووخز في الفم وقيء ووجع بطن.

٢- أعراض متأخرة معدية معوية (أكثر من ساعة بعد التناول) مثل الإسهال والإنتفاخ والإمساك.

٣- أعراض بعيدة remote مثل العُوار anaphylaxis وحزب وعائي anqioedema وإلتهاب الأنف rhinitis والشَّرى urticaria والأكزيما والازما ووجع المفاصل والصداع والإنقباض وقابلية الإثارة irritability.

التشخيص diagnosis

تشخيص عدم تحمل الغذاء وخاصة حساسية الغذاء ليس بالشيء السهل بسبب عدم طبيعة تخصص الأعراض. وأول شيء هو معرفة تاريخ حياة المريض وتاريخ حياة العائلة. وتاريخ حياة موجب للشخص الذي ورث الميل للحساسية يزيد من إحتمال تشخيص الحساسية عند الشخص. وكذلك توقيت التفاعلات للغذاء. وتفاعل يشتمل على إنتفاخ الشفاة واللسان والقيء وإلتهاب الأنف والشَّرى والأزما في خلال دقائق من تناول الغذاء يدل على علاقته بميكانيزم المناعة أما إذا ظهرت الأعراض بعد ساعة أو بعد عدة مرات من

تناول الغذاء فإن أساس مناعى للتفاعل يكون أقل احتمالاً. ويمكن عمل إختبار لمستويات ى ج هـ IgE ووجود أجسام مضادة لـ ى ج هـ IgE لبروتينات الغذاء من عدمه.

والتشخيص الوحيد هو إستخدام نوع من غذاء وجبات حذفية elimination diet وطبيعة الغذاء تتوقف على الأعراض والتشخيص المؤقت وهذا قد يشتمل على حذف أغذية مشكوك فيها أو حذف أغذية مرتبطة بتفاعلات عكسية ومنها منتجات الألبان والبيض ومنتجات الحبوب والسمك والنقل والخنزير والشيكولاتة والقهوة والشاى وفواكه الموالح والأغذية المحتوية على مواد حافظة ومواد ملونة وإذا إختفت الأعراض يقدم الغذاء المشكوك فيه أو المكون المشكوك فيه وإذا كان هناك عدة أغذية فإنها تقدم ببطء واحد فى كل وقت على مدى أسابيع أو أشهر لرؤية ما إذا كانت الأعراض تظهر مرة أخرى.

المعاملة treatment

بعد ذلك وبعد تحديد الأغذية أو المكونات المسئولة يوصف غذاء يتجنب هذه الأغذية وإذا كان هذا يشمل حذف أغذية قليلة غير ضرورية مثل الفراولة أو الأسماك الصدفية فهذا جيد أما غير ذلك فيحتاج لنصائح خبير التغذية dietitian.

والمعتقد أن حساسية الغذاء الحقيقية توجد فى ١٪ من المجموعة population وقد تظهر فى حوالى ٠,٣ – ٢٪ من الأطفال وإن الأمر ينصلح فى الطفولة وبالقطع عند البلوغ.

حساسية اللبن milk allergy

الحساسية للبن البقر ح ل ب CMA هى تفاعل حساسية زائد لبروتينات ألبان البقر تتسبب عن ميكانيزم مناعى وعدم إحتمال اللبن هو إصطلاح غير متخصص يشتمل على أى تفاعل عكسى للبن ولكنه عادة يستخدم بالنسبة لتفاعلات ليست فى الجهاز المناعى. وعدم إحتمال اللبن يعزى إلى عدم هضمه بكفاية والمسئول عادة سكر اللبن (لاكتوز) وأحياناً الدهن. ويمكن أن يحدث نتيجة نقص أيض مكونات لبن خاصة أخطاء مولودة (مثل الفينيل كيتونيوريا والجالاكتوزيميا) وأشكال أخرى من عدم الاحتمال يمكن أن تعزى إلى عوامل سيكولوجية أو إلى المقت.

الأهمية للأطفال significance to children

ولو أن الحساسية للبن البقر قد تحدث فى أى وقت فهى أساساً مشكلة بالنسبة للأطفال خاصة فى الطفولة المبكرة وتبلغ نسبتها مابين ٠,٥ – ٧,٥٪ وتعتمد على نوع المجموعة ونظام التغذية والمظاهر الداخلية وقرائن إجراءات التشخيص.

بواعث الإستهداف allergens

الحساسية فى اللبن تقع فى البرونين أكثر من الدهن أو الكربوايدرات وقد عرف أكثر من ٣٠ مولد مضاد antigen فى بروتين لبن البقر وكل منها تستطيع أن تحدث إستجابة مناعية خاصة وأن معظمها β لاكتوجلوبيولين وبعدها الكازين واللاكتالبيومين وسيرم البيومين البقر و γ جلوبيولين البقر.

ومضاد المولد فى بروتينات اللبن قد تتغير بالحرارة. والكازين و β لاكتوجلوبيولين أكثر ثباتاً للحرارة عن بروتينات سيرم البقر. أما الحلمأة الإنزيمية فتقسم الجزىء إلى ببتيدات صغيرة وتجعله أقل مولداً للضد. وبعض بواعث الإستهداف الخارجية قد تصل للبن البقر خلال الغدد الثديية أو الغش أو التلوث أثناء المعاملة والنقل فكميات صغيرة جداً من البنيسيلين قد تصل للبن وتسبب تفاعلات فى الأشخاص الحساسين للبنيسلين.

تفاعلات المناعة

immunological reactions

تفاعل النوع ١ I (عوارى أو النوع/المباشر anaphylactic or immediate) هو أساساً مناعى جلوبيولينى هـ (ى زهـ) $E(I_gE)$ وتفاعل مولد الضد/المستضاد ينتج عنه إطلاق هستامين ومتوسطات أخرى.

وتفاعل النوع ٢ II (سام للخلية cytotoxic) يشتمل على تفاعل مولد الضد المستضاد والذى ينشط التتابع المتكامل complement cascade وينتج عنه ضرر الخلية وهذا يبدو أنه نادراً جداً.

والتفاعل الثالث (معقد المناعة) فيشتمل تثبيت مكمل لمعقدان مولد الضد المستضاد. والمستضاد عادة من قسم ى زأ I_gG ولكن يمكن أن يكون من الأقسام المناعية الأخرى. والمعقدات المناعية تحدث إلتهاب وعائى vasculitis فى الأوعية الدموية الصغيرة فى عضو الصدمة chock.

والتفاعل من النوع ٤ IV (عن طريق الخلية أو حساسية زائدة متأخرة cell mediated or delayed-hypersensitivity) يشمل إحساس الكرية الليمفاوية ت T T lymphocytes والتى تستجيب لمولد ضد معين بالتكاثر وإطلاق الدوران اللمفى lymphokines وجذب الخلايا الملتهبة مما ينتج عنه ضرر للنسيج.

المعالم الأكلينيكية clinical features

تختلف أعراض الحساسية للبن البقر من شخص إلى آخر ولكن القناة المعدية المعوية هى النظام الذى يتأثر عادة ويليه الجهاز التنفسى والجلد. وفى الأشخاص ذوى الحساسية العالية فإن التفاعل يمكن أن يكون شديداً جداً وقد يحدث عوار وقد يحدث قىء أو إسهال أو متاعب فى القولون أو إدماء. والأخير قد يكون مختفيا من الأمعاء الصغيرة وقد لايلاحظ لمدة طويلة. وفقر الدم الناتج فى هؤلاء الأطفال لايستجيب للمعالجة بالحديد مالم يزال لبن البقر من الغذاء وربما تجنب اللبن وحده يكون كافياً لإصلاح فقر الدم ونادراً مايكون الإدماء كبيراً من القولون وقد تتحسن الحالة فى بضعة أيام بتجنب اللبن ولكن الشفاء الكلى لمخاط الأمعاء قد لايحدث إلا فى بضعة أسابيع.

وقد يحدث أعراض إنسداد الأذن وإلتهابها والكحة وقد يحدث ربو قصبى bronchial asthma خاصة فى الأطفال الصغار الذين عندهم ميل وراثى لحساسية الجلد.

التشخيص diagnosis

التاريخ المرضى قد يعطى معلومات يمكن أن تقترح حساسية لبن البقر حتى يمكن تجنب الإحتياج لإختبارات الجلد أو إختبارات فى

الزجاج. وإذا شك فى أن اللبن هو السبب فيجب منعه تماماً من الغذاء مع كل الأغذية المشكوك فيها. ثم تزاد كمية اللبن التى تعطى تحت الملاحظة فى طريقة عمياء وتشمل علاج إرضائى/غفل placebo بينما المريض ليس له أى أعراض - أو أقل مايمكن - ولايأخذ أى أدوية. وبجانب توثيق الأعراض فعدة إختبارات يمكن أن تختار لإضافة موضوعية إلى النتيجة.

إدارة الغذاء dietary management

أهم شيء هو تجنب اللبن والأعراض تختفى فى خلال أشهر إلى عدة سنوات من تجنب اللبن فيمكن لبديل اللبن أن يكون الغذاء الوحيد حتى ستة أشهر من العمر. وبعد ٦ أشهر يمكن تقديم أغذية أخرى تدريجياً فى صورة حبوب أو أرز أو صلصة التفاح والعصائر والخضروات والفواكه. ويؤخر تقديم أغذية مسببة للحساسية (مثل البيض والسمك والفول السودانى) حتى سنة واحدة من العمر على الأقل ويجب أن يكون هذا التأثير تدرجياً. وفى بعض المرضى فقط قد يحتاج إضافة كالسيوم فيمكن إضافة معزول فول الصويا أو البروتين المحملاً إنزيمياً أو لبن معامل حرارياً أو غذاء من عناصر مثل معزول فول الصويا ومحملاً كازين لبن البقر ومحملاً شرش لبن البقر وإرتباط بينهما ومحملاً الصويا + كولاجين البقر ولبن بقر معامل حرارياً وغذاء معدنى. وحوالى ٢٥٪ من الأطفال الحساسين للبن لايتحملون بروتين الصويا إما بسبب حساسية حقيقية أو بسبب ضرر مخاط القناه المعدية المعوية من حساسية اللبن. أما تركيبات المحملآت خاصة تلك من كازين مهضوم جداً فتبدو أنها أكثر العوامل شعبية. ولو أن مظهرها ومذاقها يحد من إستخدامها فهى تعتبر زائدة وتسبب الحساسية وقد تسبب تفاعلات شديدة فى المرضى الحساسين جداً للبن. واللبن المعامل حرارياً أو المبخر يمكن أن يحتمله قليل من المرضى الحساسين لأجزاء البروتين الحساس للحرارة وجزء من لبن الماعز يتشابك مع بروتينات من ألبان بقرية مما يجعله بديل فقير. والأغذية العنصرية تتكون من أحماض أمينية مخلقة وتحتمل جيداً جداً فيما عدا المذاق. وهى مناسبة جداً للمرضى ذوى الحساسيات الشديدة لأغذية متعددة.

المنع prevention

لما كانت حساسية لبن البقر تسود فى الطفولة فإن طرق المنع تكون أكثر كفاءة عندما توجه للمولودين حديثاً خاصة فى عائلات الأشخاص الذين ورثوا الإستعداد للحساسية.

وأحسن شيء هو الرضاعة الطبيعية وأحسنها عند ٦ أشهر أو أكثر والأطفال الذين يرضعون من الأم ليسوا مستثنين من حساسية لبن البقر عندما يكون لبن الأم هو المصدر الوحيد فهؤلاء الأطفال يمكن أن يحسسوا عندما يعبر لبن البقر المشيمة placenta أو الغدد الثديية فى الأم. ويمكن عندما لايمكن أن يعطى الطفل لبن الأم أو عندما يحتاج إلى تغذية إضافية أن يستخدم واحد من تركيبات بداخل اللبن خاصة تركيبة فول الصويا بالرغم من أنها قد تزيد الحساسية لبروتيناتها.

عدم تحمل اللاكتوز lactose intolerance

اللاكتوز هو الكربوايدرات الأولى فى ألبان الثدييات وهضم اللاكتوز بواسطة الثدييات المولودة حديثاً فى حافة الهلبة brush border للأمعاء الصغيرة ويحفز بواسطة إنزيم لاكتاز يبدى نشاطاً كبيراً أثناء تطور حديثى الولادة. وبعد الفطام يحدث فقد مبرمج وراثياً فى غالبية اللاكتاز المعوى مما ينتج عنه إحتمال لسوء هضم اللاكتوز بمايسمى خطأ نقص اللاكتاز وأحسن تسمية له عدم مثابرين lactose nonpersistence (LNP) فالإنسان يحتفظ بنشاط اللاكتاز المعوى إلى البلوغ.

الأمراض pathology

فقد اللاكتاز المعوى يمكن أن ينقسم إلى خلقى ومكتسب والخلقى منه نادراً جداً وفقد اللاكتاز بعد الفطام يضبط وراثياً (الجدول ٢) وربما كان عدم المثابرين LNP موروثاً.

ونقص اللاكتاز المكتسب الثانوى يتسبب عن مرض أو عملية نقص التخليق أو يزيد فقد اللاكتاز عند حافة الهلبة فى الأمعاء أو تحد من الإتصال بين اللاكتوز واللاكتاز أثناء الهضم (الجدول ٢). وهى تختلف من الأشخاص غير المثابرين LNP المكتسب لأنها مكتسبة (بعد معالجة السبب).

واللاكتوز سكر ثنائى من جلوكوز وجالاكتوز وهضمه يتم فى الأثنى عشر حيث يقسم لاكتاز المخاط اللاكتوز الى جلوكوز وجالاكتوز وكل منهما يمتص مباشرة فى الدم. وفى غياب كميات كافية من اللاكتاز فإن هضم اللاكتوز يكون محدوداً ويمضى اللاكتوز غير المهضوم خلال القناه المعوية ويصل القولون حيث تخمره البكتريا منتجة أحماض دهنية قصيرة و ك أ، وأيدروجين وميثان. وأعراض عدم التحمل بمافيها غازات كثيرة وإنتفاخ ووجع بطن وإنقباضات (مغص) وبراز مفكك أو إسهال تنتج عندما تكون كمية اللاكتوز التى تصل الأمعاء الكبرى كبيرة.

ويعرف عدم تحمل اللاكتوز بأنه وجود أعراض معدية معوية gastrointestinal بعد إدخال جرعة واحدة حوالى ٥٠ جم لاكتوز فى محلول مائى.

جدول (٢): أسباب نقص اللاكتاز.

الفئة	السبب
- خلقى	نادر
- مكتسب	
أولى	فقد لاكتاز مبرمج وراثياً بعد الفطام
ثانوى	مرض أو عملية أخرى تؤثر على مخاط الأمعاء الصغرى، إدمان الكحول، إسهال معدى، الإسهال إستوائى أو غير إستوائى، سوء التغذية، داء نقص المناعة، نقص الحديد، العلاج بالإشعاع أو بالأدوية ضد النقرس colchicine نيوميسين وكاتابيسين (مضادات حيوية) وحمض الينوساليسيليك (مضاد للسل)

التشخيص diagnosis

نشاط اللاكتاز المعوى يمكن أن يقاس مباشرة أو بطريقة غير مباشرة. والطرق المباشرة لها ميزة قياس نشاط اللاكتاز بدقة ولكنها عدوانية invasive ولا تستخدم روتينيا. والطرق غير المباشرة تستخدم أيدروجين النفس أو مستويات جلوكوز الدم وكلما ارتفعت نسبة الأيدروجين فى النفس كلما كانت كمية اللاكتوز الواصلة للقولون أكبر لأن غاز

الأيدروجين الناتج فى القولون من تخمر اللاكتوز ينتشر خلال الدم إلى هواء سِنْخى alveol air وإرتفاع أكثر من ٢٠٠جزء فى المليون فى خلال ٨ ساعات بعد إعطاء اللاكتوز (٢٠ جم عادة) أصبح تشخيصاً قياسياً لسوء هضم اللاكتوز. ومتابعة مستويات الجلوكوز بعد تناول اللاكتوز يبين كفاءة امتصاص السكر الأحادى وترتفع النسب عادة على الأقل ٢٠- ٢٥مجم / ديسيلتر فى خلال ساعتين بعد جرعة عن طريق الفم من ٥٠ جم لاكتوز فى ماء لتبين هضم وإمتصاص تامين للاكتوز.

عوامل التحمل tolerance factors

بالرغم من أن معظم الناس يواجهون فقد لاكتاز الأمعاء أثناء النمو فإن معظم غير المثابرين على اللاكتوز يمكنهم تحمل كميات متوسطة أو حتى كميات كبيرة من منتجات الألبان بصفة منتظمة. والعوامل التى تؤثر على تطور أعراض عدم الإنتظام تشمل: جرعة اللاكتوز التى تعطى فى وقت معين ونشاط β جالاكتوسيداز فى منتجات ألبان معينة وإستهلاك اللاكتوز وحده مقابل فى وجبة وإحلال محل الإنزيم من الخارج وتعود ممكن للقولون.

إستجابة الجرعة dose-response

منتجات الألبان تختلف كثيراً فى إحتوائها على اللاكتوز فمثلاً كوب واحد (٢٤٠مل) من اللبن تحتوى حوالى ١٢ جم لاكتوز بينما ٢٨ جم جبن سويسرى تحتوى أثاراً بجانب أن جرعة اللاكتوز التى يمكن أن تسبب عدم تحمل تختلف من شخص إلى آخر ويمكن لأشخاص لايسيئون هضم اللاكتوز أن يظهروا أعراضاً مع كوب واحد من اللبن (١٢ جم لاكتوز) ولكنهم يستطيعون تحمل حتى لتر لبن واحد (٥٠ جم لاكتوز) بدون أعراض. والجدول (٣) يظهر الجرعة والإستجابة للأشخاص غير المثابرين على اللاكتوز، وهذه البيانات تقترح أن تجنب اللبن تماماً ليس ضرورياً لتجنب الأعراض وأن كثيراً من الناس يمكن أن يتحملوا لبن كاف لمقابلة نسبة كبيرة من الإحتياجات الغذائية من الكالسيوم والريبوفلافين والمغذيات الأخرى التى يعطيها اللبن.

جدول (٣): جرعة اللاكتوز وأعراض الإستجابة.

الجرعة (جم)	حدوث الأعراض (٪)
٥٠	> ٧٥
٢٥	٥٠
١٢	< ٣٠
< ١٢	لايختلف جوهرياً عن الغفل

نشاط الـ β-جالاكتوسيداز
β-galactosidase activity

الزبادى يتحمل أكثر من اللبن بواسطة أناس يسيئون هضم اللاكتوز وهذا يرجع جزئياً إلى β-جالاكتوسيداز من الكائنات الدقيقة فى الزبادى والتى تصبح نشطة فى القناة المعدية المعوية. ونوعاً البكتريا المستخدمة فى الزبادى *Streptococcus thermophilus* و *Lactobacillus bulgaricus*

تحتوى مستويات عالية من β-جالاكتوسيداز والذى يهضم اللاكتوز ذاتياً فى الأمعاء ولكن تخزين بكتريا الزبادى كنتيجة للحرارة أو البرد أو تغيير رقم جـ يد ينقص من نشاط الـ β-جالاكتوسيداز ولكن لحسن الحظ فإن الزبادى وسط ممتاز ليضمن بناء نسبة جوهرية من البكتريا خلال الهضم المعدى وهذا يسمح للبكتريا أن تمر كاملة إلى الأثنى عشر حيث يظن أن أحماض الصفراء تطلق الـ β-جالاكتوسيداز من خلايا البكتريا مما يسهل هضم اللاكتوز وحيث أن بقاء البكتريا ضرورى فمن الضرورى عدم بسترة الزبادى بعد زراعة (إضافة المزرعة) فقد وجد أن نشاط β-جالاكتوسيداز يقل كثيراً بعد إضافة المزرعة.

مخيض اللبن buttermilk

يوجد تأثير بسيط لمخيض اللبن على هضم اللاكتوز

• لبن الأسيدوفيلس acidophilus milk

بعض الذين يسيئون هضم اللاكتوز يدعون أن إستهلاك اللبن الأسيدوفيلس يعطى بعض التحسن فى الأعراض ولكن البحث أدى أن لاتأثير لهذا اللبن على هضم اللاكتوز. وقد يرجع هذا التضارب إلى عدم كفاية كميات البكتريا فى المنتج وإستخدام مزارع بادىء مجمدة حيث التجميد يقلل نشاط β-جالاكتوسيداز وتحمل أحماض الصفراء بواسطة بعض سلالات الـ *Lactobacillus acidophilus* وإختبار السلالة والإهتمام بإعطاء كمية من البكتريا (10^8 وحدات مكونة للمستعمرات /مل) قد تسمح بإنتاج منتجات لها قدرة على هضم اللاكتوز مماثلة للزبادى.

• الزبادى المجمد frozen yoghurt

بارتباط تأثيرات التجميد والبسترة يبقى قليل من نشاط الـ β-جالاكتوسيداز فى الزبادى المجمد أو لايبقى شىء ولكن الزبادى المجمد والجيلاتى واللبن المجمد يمكن تحملها جيداً نظراً للمستويات العالية من المواد الصلبة والتى تبطىء افراغ المعدة وبذا تسهل الهضم بواسطة متبقى لاكتاز الأمعاء والبلورا الدقيقة للقولون.

• اللاكتوز المستهلك وحده ضد مع الوجبة

تأخر افراغ المعدة يحدث مع وجود غذاء مضاف فى المعدة وهذا يبطىء حركة اللاكتوز غير المهضوم إلى القولون مما ينتج عنه أعراض أقل.

• إحلال محل الإنزيم

enzyme replacement

عدة ماركات من منتجات إحلال محل الإنزيم تستخدم منذ ١٩٧٠ فى الولايات المتحدة وهى β-جالاكتوسيدازات مشتقة من الخميرة والفطر (*Kluyveromyces lactis* و *Aspergillus niger* و *A. oryzae*) وهى تعمل فى هضم اللاكتوز وقد وضعت *K. lactis* على لستة عادة تعتبر مأمونة CRAS.

التعود القولونى colonic adaptation

نسبة صغيرة من الأشخاص غير المثابرين على اللاكتوز يظهرون الأعراض روتينياً بالرغم من إستهلاك كميات جوهرية من غذاء مختلط وأحد ما يمكن أن يشرح التعود على جرعات منتظمة من اللاكتوز فى سيئى الهضم قد يكون تحمر قولونى

معزز/مشجع. فتعود بكتيريا القولون على أيض اللاكتوز قد ينتج عنه تحمل أحسن وهناك نقص فى دراسات انسانية مضبوطة تقدر تعود القولون على اللاكتوز ولكن هناك دلالات على الإستجابة للاكتيولوز (وهو سكر لايمتص ثنائى من الجالاكتوز والفركتوز ويشابه اللاكتوز). وقد أظهر البحث إنخفاضاً كبيراً فى أيدروجين النفس وكذلك زيادة واضحة فى β-جالاكتوسيداز البراز بعد إستهلاك اللاكتيولوز على مدى ٨ أيام مما يظهر زيادة فى تكسير catabslism اللاكتيولوز بواسطة بكتيريا القولون

- المعاملة treatment

الآتى مقترحات لمعاملة عدم تحمل اللاكتوز:

١- إعطاء كوب واحد من اللبن (٢٤٠ مل) أو أقل ويكرر ذلك كثيراً تبعاً لإحتياجات الشخص.
٢- إستخدم الزبادى مكان اللبن كلما أمكن.
٣- اللبن يستهلك كجزء من وجبة بدلاً من أخذه وحده.
٤- إستخدام مايحل محل الإنزيم جيد ولكن قد لايحتاج إليه.
٥- إستهلاك كميات متوسطة من منتجات الألبان بإنتظام قد يساعد القولون على التعود.
٦- يمكن تحمل منتجات الألبان الأخرى مثل الجبن الجاف أكثر من اللبن.

أغذية الحذف elimination diets

غذاء الإزالة/الحذف هو الغذاء الذى يزيل واحداً أو أكثر من الأغذية أو مضافات الأغذية. وتشخيص عدم تحمل الغذاء بواسطة غذاء الحذف يشمل ثلاث مراحل ويجب أخذ تاريخ الغذاء بعناية وتجنب أى غذاء يشك فيه المريض وكذلك الأغذية التى يشتهيها والأغذية التى تستهلك بكميات كبيرة يجب تجنبها.

الطور ١ : غذاء الحذف/الإزالة

phase 1: elimination diet

هناك أربعة أنواع من الغذاء: غذاء حذف بسيط وغذاء تجريبى وغذاء أغذية قليلة (قليل مولد الضد oligoantigenic) وغذاء عناصرى elemental diet. وإختيار الغذاء مسألة حكم أكلينيكى مع الأخذ فى الإعتبار السن وشدة الحالة وتكرار الأعراض وتاريخ الغذاء.

غذاء الحذف البسيط

the simple exclusion diet

غذاء الحذف البسيط يزيل واحداً فقط أو قليلاً من الأغذية غير الهامة غذائياً وغالباً الغذاء المضايق offending food يمكن التعرف عليه بسهولة لأن سريع وواضح (مثل جلد يتطلب الحك ويميز بظهور بقع حمراء بارزة تظهر بعد أكل الفراولة). وأحيانا تاريخ الغذاء يشير إلى عدة أغذية قد تكون سبباً فى الأعراض وهذه الأغذية يمكن إزالتها.

غذاء الحذف التجريبى

the empirical exclusion diet

غذاء الحذف التجريبى يتجنب بعض أو كل الأغذية المرتبطة عادة بحساسية الغذاء أو عدم تحمله بينها لبن البقر والبيض والقمح والشيلم والشيكولاتة والموالح والفواكه الأخرى وبعض

مضافات الأغذية والسمك ولحم الخنزير والنقل والشاى والقهوة والمشروبات الكحولية. ولكن قد يكون الغذاء المستخدم يعطى نفس الأغراض فمثلاً إحلال لبن الماعز محل لبن البقر جيد ولكنه قد يسبب نفس الأعراض أحياناً أو إستخدام عصير البرتقال مثلاً والتأثيرات - إن وجدت - تقدر بعد ٦ - ٨ أسابيع وبعد ذلك الغذاء يترك إذا كان غير مؤثر أو الأغذية يعاد تقديمها كما هو موضح فيماياتى:

غذاء أغذية قليلة few foods diet

غذاء الأغذية القليلة يتكون من لا أكثر من ٥ - ١٠ أغذية كلها لايحتمل أن تسبب مشاكلاً وأبسطها يتكون من حمل وكمثرى وماء نبع فقط. ويستمر على ذلك لمدة ٣ - ٤ أسابيع فالغذاء يتكون من واحد لحم (مثل الحمل) وواحد غذاء نشوى (مثل الأرز) وواحد خضر (خضر البراسيكا مثلاً) وواحد فاكهة (مثل الكمثرى) ومرجرين خالية اللبن وزيت نباتى وماء معبزج. وبديل للبن قد يدخل فى الإستعمال وهذه يجب أن تشمل بروتيناً محملاً أو أحماض أمينية وتكون بديلاً غذائياً جيداً للبن. وإذا لم يستخدم بديل للبن فينصح بمضافات كالسيوم وفيتامينات. وإذا لم ينفع هذا الغذاء ذى الأغذية القليلة يعاد بإستخدام إختبارات مختلفة لاتسبب مشاكلاً والمثلان الآتيان يبينان غذاء أغذية قليلة:

١- غذاء أغذية قليلة ١: ديك رومى، خضر براسيكا (أى كرنب وبروكولى وقنبيط...إلخ) وبطاطس وموز وزيت عباد الشمس ومرجرين خالى اللبن وماء وملح.

٢- غذاء أغذية قليلة ٢: غذاءان يختاران من كل مجموعة أغذية: لحوم (حمل وديك رومى - ولحم خنزير وسمك) وأغذية نشوية (أرز وبطاطس أو بطاطا) وخضر (خضر براسيكا والجزر والخيار والخس والكرفس والكرات والبصل) والفاكهة (كمثرى وأناناس وموز وبطيخ أو خوخ ومشمش). كذلك يدخل من ضمنها زيت عباد الشمس ومرجرين خالى اللبن وماء وعصير من الفواكه المسموح بها والملح والفلفل والأعشاب.

وغذاء الأغذية القليلة صعب ولايجب إستخدامه إلا إذا كانت الأعراض متكررة ومستمرة وشديدة.

الغذاء العناصرى elemental diet

فى الغذاء العناصرى الغذاء الوحيد هو تركيبة غذائية كاملة وليس بها بروتين سليم. والنتروجين يعطى إما عن طريق أحماض أمينية مختلفة أو ببتيدات مشتقة من بروتينات محلمأة مثل بروتين لبن البقر أو الصويا أو لحم البقر وبذا يجعل البروتين أقل مولد للضد antigenic. والتركيبة تحتوى كربوايدرات ودهن وفيتامينات والمعادن الضرورية لتصبح التغذية كاملة. ولايلجأ إليه إلا فى الأحوال الأخيرة، وإذا كان المرض نشط جداً ومضعفاً. ولكن فى حالة الأطفال والصغار تركيبة بروتين أطفال محلماً قد تكون أول إختيار. وهذا الغذاء يتبع لمدة ٣ أسابيع وإذا كان مؤثراً فالأغذية يجب إعادة تقديمها.

الطور٢: إعادة تقديم الأغذية
phase 2: reintroduction of foods
إذا كان غذاء الحذف قد تجمع وحصل تقدم فإن الأغذية تقدم واحداً بعد الآخر من أجل معرفة الأغذية المسببة. أما إذا كان التأثير غير واضح أو ليس هناك أى تقدم فإن الغذاء يجب تركه أو أن غذاء حذف آخر يُحَاول. وأغذية جديدة يجب أن تعطى فى كميات طبيعية كل يوم فى الأسبوع. والأغذية المسببة للمشاكل يجب تجنبها والأغذية التى لم تسبب مشاكلاً يجب إدخالها فى الغذاء. وأثناء إعادة التقديم - وقد تأخذ أشهراً - يجب متابعة كفاية التغذية وقد يحتاج الأمر إلى إضافة فيتامينات و/أو معادن.
والبدائل يجب أن توجد للأغذية المسببة خاصة إذا كانت أغذية رئيسية مثل اللبن والقمح.
وبعض الناس أعراضهم يمكن أن تنتج عن إستنشاق مواد (تراب المنزل مثلاً) أو بالإتصال بمواد (مثلاً الحشيش) وفى هذه الحالة التعرف على الأغذية المسببة يكون صعباً.

الطور٣ : غذاء المحافظة
phase 3: maintenance diet
عندما يتم تقديم كل الأغذية والمضافات والأغذية المسببة للمشاكل يتم تجنبها فالمريض يصل إلى غذاء المحافظة والذى يجب أن يتم إستخدامه. والأطفال على وجه الخصوص يكونون خارج عدم تحملهم والأغذية المسببة يجب محاولتها كل ٦ أشهر إلى سنة.
وإذا كان غذاء المحافظة يمنع كثيراً من الأغذية فربما كان من الضرورى الحل الوسط وعند تقديم الأغذية فأن بعضها لها تأثير معاكس بعد إستهلاك كميات كبيرة بإنتظام لمدة عدة أيام. وإذا لزم الأمر يمكن للغذاء أن يكون على أساس دورى أو يسمح به بكميات مضبوطة أو فقط فى المناسبات.

ضمان غذاء كاف ensuring adequate diet
من الضرورى ضمان أن أغذية الحذف غذائياً كافية خاصة للأطفال والأمهات والمرضعات والحوامل. وقد يحتاج الأمر إلى إضافة معادن وفيتامينات وبديل لبن كاف غذائياً مثالياً للصغار وضرورى فى الأطفال إنه كان لبن البقر متجنب.

الدليل بواسطة الإثارة العمياء
proof by blind provocation
المريض يعطى محضراً من غذاء مستقر أو غفل لمدة عدة أيام ويسمح بفترة غسيل من أسبوعين مابين الفترتين ويلاحظ الآتى: ١- يعطى الغذاء المستقر لمدة تسمح بتسبب إنتكاسه. ٢- الغذاء المستقر يجب أن يخفى فى غذاء يمكن تحمله. ٣- الخلطتان يجب ألا يفرق بين بعضهما. ٤- الغذاء المثير يعطى فى نفس الشكل الذى يسبب الأعراض.
وأغذية الحذف تحجز للمرضى ذوى الأعراض الشديدة والذين لم يستجيبوا للمعاملة العرضية symptomatic. (Macrea)

حَسُن

محسنات/معتقات الدقيق improvers

أنظر:

حَسَا

حساء/شوربة **soup**

(Ensminger)

ربما كان الحساء أو الشوربة هو أول ماطبخ في وعاء على النار. وكل شعب له أنواعه الخاصة من الحساء. ويخدم الحساء غرضين في وجبة الطعام: ١- يحسن الهضم ويفتح الشهية. ٢- يزيد من تنوع أنواع الأغذية التي تقدم في الوجبة. والحساء الرائق يحقق الغرض الأول بينما يحقق غذاء الكريمة cream soup الغرض الثاني. وبعض أنواع الحساء تستهلك باردة مثل الحساء المهلم الـ jellied bouillon.

حَشَرَ

حشرة **insect**

أي من طائفة Class الـ Insecta صغيرة تتنفس الهواء ولها جسم مقسم إلى ثلاثة أجزاء (الرأس والصدر thorax والبطن abdomen) ولها ثلاثة أزواج من الأرجل وعادة زوج واحد أو أثنين من الأجنحة في وقت ما من طورها البالغ.

(Hammond)

وتكون الحشرات أكبر قسم من الحيوانات ومنها حوالي مليون نوع species تم وصفها. في حين يعتقد أن هناك خمسة ملايين نوع موجودة.

(Sutton)

الحشرات والإنسان

الحشرات قد تكون نافعة أو ضارة للإنسان. فمن وجهة الضرر فإنها قد تنشر الأمراض بمص الدم أو عصير النبات مثلما في حالة الملاريا والحمى الصفراء وغيرها وقد تتصل الحشرات بجلد مصاب أو براز ثم تنقل المرض إلى الأشخاص الأصحاء أو غذاءهم مثلما يحدث مع الذباب وقد تخترق الحشرات جلد المواشي وتتغذى على الأجهزة الداخلية مثل إختراق النبّر bot flies لجلد المواشي.

كما تهاجم الحشرات بعض النباتات وتؤثر على محاصيلها سواء كانت قطن أو حبوب أو غيرها وقد تنقل بعض الفيروسات وأحياناً لايمكن تسويق بعض المحاصيل المصابة.

وأكبر ضرر تسببه الحشرات للأغذية المخزنة أو الحبوب المخزنة ماقد يدعو إلى إستخدام مبيدات الحشرات insecticides.

ولكن لايجب الإقلال من أهمية منافع الحشرات فمثلاً في التلقيح ومن اهمها مايقوم به النحل لأكثر من محصول. ثم أنها تعطي منتجات نافعة مثل العسل والشمع وصمغ اللّك lac الذي يحضر من قشور أنثى حشرة شرقية Oriental scale insect والذي يستعمل أحياناً في صناعة الشبلاك/ اللك المصنع shellac والقِرمز cochineal وهو صبغة حمراء ويحضر من حشرة مكسيكية حرشفية Mexican scale insect.

وكذلك فالحشرات مصدر مهم لغذاء كثير من الطيور والسمك والبرمائيات والزواحف والثدييات كما أنها تكون غذاء بعض الناس في بعض البلاد.

وأخيراً تستخدم الحشرات في المقاومة البيولوجية للحشرات. (Americana)

الحشرات الضارة

الحشرات والأوبئة

نجحت الحشرات والعثة في غزو معظم السلع والأمتعة تحت أي ظرف – تقريباً – من ظروف التخزين رغم المجهودات المبذولة لمقاومتها ويمكن أن يشار إلى عدة خصائص عامة مابين الحشرات ساهمت في هذا النجاح فمثلاً:
١- أنواع مختلفة من التحول/الإنسلاخ. ٢- القدرة على الطيران. ٣- قدرة تكاثر عالية. ٤- القدرة على البقاء/الحياه لمدة طويلة من الزمن بدون غذاء أو ماء. ٥- تحمل درجات حرارة منخفضة معاكسة.
٦- كثير من الحشرات يمكنها أن تبطيء من تطورها كنتيجة لضغط المجموعة population ونقص الغذاء أو درجة حرارة معاكسة.

التقسيم classification

قسمت الحشرات والعثة إلى عدة أقسام يمكن تلخيصها في سبعة تظهر في الجدول (١).

جدول (١): تقسيم المملكة الحيوانية.

التقسيم		خنفساء الدقيق المرتبكة	الإنسان
		أمثلة	
المملكة	Kingdom	Animalia	Animalia
شعبة	Phylum	Arthropoda	Chordata
طائفة	Class	Insecta (Hexapoda)	Mammalia
رتبة	Order	Coleoptera	Primata
فصيلة	Family	Tenebrionidae	Hominidae
جنس	Genus	*Tribolium*	*Homo*
نوع	Species	*confusum*	*sapiens*

ويتميز أفراد مجموعة المملكة الحيوانية عن مثيلاتها في المملكة النباتية بمقدرتها على الحركة من مكان إلى آخر وبعدم مقدرتها على تكوين غذاء من مواد غير عضوية (عادة). والـ Arthropoda هي أكبر شُعَب المملكة الحيوانية في عدد الأنواع والأفراد وتتميز هذه الشعبة بالآتي: ١- تقسيم الجسم. ٢- الزوائد/الملاحق مزدوجة ومقسمة.
٣- أن الجسم يمتلك هيكلاً خارجياً (قشرة).
٤- الجسم متماثل الجانبين bilaterally symmetrical.

وباستخدام هذه الخصائص الأربع يمكن التمييز بين طوائف Arthropoda:

١أ- أنواع مائية. (٢)

١ب- أنواع هوائية وبعضها محد لبيئات خضلة جداً. (٣)

٢أ- أنواع بحريــــة ليست لها قرون إستشعار وهذه الطائفة يمثلها نوع واحد *Xiphosura polyphemus* (سرطان الحدوة horseshoe crab) طائفة Merostomata.

٢ب- أنواع بحرية وماء عذب لها زوجان من قرون الإستشعار وعلى الأقل خمسة أزواج من الأرجل مثل جراد البحر والكركند/ستاكوزا والجمبري طائفة القشريات Crustacea (جزئياً).

٣أ- لها زوجان من قرون الإستشعار وتعيش في بيئات خضلة مثل sowbugs و pillbugs (رتبة Isopoda) وبراغيث الجمبري (رتبة Amphipoda) طائفة القشريات Crustacea (جزئياً).

٣ب- ليس لها زوجان من قرون الإستشعار. (٤)

٤أ- ليس لها قرون إستشعار ولها أربعة أزواج من الأرجل فى طور البلوغ ويظهر لها منطقتا جسم (صدر رأسي cephalothorax وبطن) مثل العناكب والعقارب والقرادة tics والعثة (رتبة Acarina) طائفة Arachnida.

٤ب- لها زوج واحد من قرون الإستشعار. (٥)

٥أ- لها أكثر من ثلاثة أزواج من الأرجل وليس لها أجنحة. (٦)

٥ب- لها ثلاثة أزواج من الأرجل وعادة لها أجنحة فى طورها البالغ مثل الخنافس والفراشات والصراصير والذباب طائفة Insecta.

٦أ- لها زوجان من الأرجل على نفس أقسام الجسم مثل الديدان الألفية millipedes طائفة Diplopoda.

٦ب- لها زوج واحد من الأرجل على كل قسم من الجسم مثل أم أربعة وأربعين طائفة Chilopoda.

التقدم البيولوجى developmental biology

كل الحشرات والعثة تتطور من بيض. ومعظمها ينمو من البيضة بعد أن توضع بواسطة الأنثى ولكن قليل يولد حياً من بيض يفقس داخل الأم. وبعد الفقس تنمو الحشرات فى خطوات مرحلية وكل مرحلة تحد فى الحجم بالمساحة التى يسمح بها الهيكل الخارجى exoskeleton. وبتطور الحشرة فإنها تصنع هيكلاً خارجياً جديداً تحت الموجود أصلاً وعند أوقات معينة تحددها هرمونات الحشرة ينشق الهيكل الخارجى القديم فى ظهره وتظهر المرحلة الجديدة وتتمدد إلى حدود حجمها الجديد. وعملية طرح الهيكل الخارجى القديم وظهور الهيكل الخارجى الجديد تسمى إنسلاخ moulting وعادة الحشرة يكون لها من أربعة إلى ثمانية إنسلاخات ولكن بعض الحشرات كأعضاء الفصيلة/العائلة Dermestidae يمكن أن يكون لها أكثر من ٢٠ إنسلاخاً moults وتسمى الفترة مابين الإنسلاخات طور مرحلى/بينى instar.

وعملية التغير التى تصاحب النمو تسمى تحول metamorphosis وهناك أربعة أنواع من التحول فى الحشرات: عدم تحول ametamorphosis وتحول تدريجى gradual metamorphosis وتحول غير كامل incomplete metamorphosis وتحول كامل complete metamorphosis.

مشاكل الحشرات والعثة

قُدِر أقل فقد فى الحبوب والبقول بعشرة فى المائة أما المواد القابلة للتلف perishables والسمك فقدرت بعشرين فى المائة. وكثيراً مايشار إلى الفقد فى الحبوب بحوالى ٥٠٪. والفقد يحدث مابين نقطة الحصاد أو الجمع إلى الإستهلاك وقد قسمت إلى:

١- الحصاد harvest.

٢- المعاملة الأصلية initial processing: مثل تقشير الفاكهة والخضر وإزالة الذرة من الكوز وغير ذلك.

٣- الحفظ preservation: إستخدام طرق التخزين المناسبة ومنع نمو الفطر وماإلى ذلك.

٤- التخزين storage: حفظ الغذاء من التلف بواسطة الرطوبة ودرجة الحرارة والأوبئة.

٥- النقل transportation: إستخدام وسائل النقل لنقل الغذاء من نقطة الإنتاج إلى نقاط الإستهلاك.

٦- المعاملة processing: وهي تحويل الأشكال المأكلة للمنتجات النباتية والحيوانية إلى شكل آخر أكثر تقبلاً بواسطة المستهلك مثل إنقاص محتوى الدهن في اللحوم وتعبئة وتعليب الخضر والفاكهة والتجميد السريع للأغذية الخام أو حتى وجبات كاملة.

وفقد الأغذية شيء هام ولكنه بالنسبة للمزارع ينتج عنه مآسي ومجاعات فالمزارع يجب أن ينتج غذاء كاف لتغذية نفسه وعائلته لمدة حوالي سنة وينتج زيادة ١- لبيعها للحصول على ثوابت staples الحياة. ٢- وأن يوفر إحتياجاته من البذور للسنة التالية.

وقد تم إنشاء بروجرامات لمعالجة مثل هذه الأمور في بلاد كثيرة. وهناك منطقتان في الغذاء يجب الإهتمام بهما وهما التخزين والمعاملة.

التخزين storage: تخزن المنتجات الغذائية بالحجم in bulk مما يعطي الأوبئة pests فرصة العدوى وعملية التخلص منها صعبة أو مكلفه أو الأثنين معاً. ولكن هذه الأوبئة باردة الدم cold-blooded ولايمكنها ضبط درجات حرارتها عن درجة حرارة الوسط وعلى ذلك فيمكن إستخدام درجة الحرارة ومحتوى الرطوبة لمنع العدوى.

المعاملة processing: في تحضير وتحوير الأغذية ليزيد تقبلها لاتوجد مشاكل ولكن يجب أن يكون الأشخاص المشرفين منتبهين جداً وإلا فإن الجودة تتأثر والذى يحدث عادة عن طريق الغش أو التلوث. ومعظم البلاد والمصانع لها طرق تفتيش للمحافظة على الجودة.

كما أن هناك قوانين الحجر على منتجات النبات والحيوان والتى وضعت لمنع دخول الأوبئة التى تؤثر على الزراعة.

مشاكل وضبط الخنافس والسوس

الخنافس beetles والسوس weevils أوبئة للحبوب والبقول نظرا للكميات الكبيرة من الحبوب التى تخزن وإعتماد الإنسان عليها ولكنها أيضاً أوبئة للجذور والدرنات والفواكه الجافة والنقل/المكسرات واللحوم الجافة ومنتجات الحيوان الأخرى. والجدول (٢) يعطى أهم أوبئة الخنافس والسوس لهذه المنتجات المخزنة.

وضبط الخنافس والسوس كان تقليدياً ويتم بالمحافظة على درجة حرارة موحدة وكذلك نسبة رطوبة. ومعظم أوبئة الحشرات والعثة لها درجات حرارة مثلى خاصة لنشاطها وتكاثرها ومستوى أقل بالنسبة لمحتوى الرطوبة فى المنتج لبقائها. ودرجة الحرارة المثلى هذه مابين ٢١°م ، ٣٥°م مع أقل محتوى رطوبى من ١٠ - ١٠,٥٪. وعلى درجات حرارة أقل من ١٣ - ١٥°م فإن التكاثر يحد جداً فى معظم الأنواع ويقف تماماً على درجات حرارة أقل.

جدول (٢): أوبئة الخنافس والسوس فى المنتجات المخزونة.

الإسم العلمى	الإسم باللغة الانجليزية	الإسم باللغة العربية
أوبئة بذور الحبوب والبقول ومنتجاتها المعاملة		
Trogoderma granarium	Khapra beetle	خنفساء خبرا
Ptrostephenus truncatus	larger grain borer	حافرة الحبوب الكبرى
Rhizopertha dominica	lesser grain borer	حافرة الحبوب الصغرى
Lasioderma serricome	cigarette beetle	خنفساء السجائر
Oryzaephilus surinamensis	sawtoothed grain beetle	خنفساء الحبوب ذات الأسنان المنشارية
Oryzaephilus mecator	merchant grain beetle	خنفساء حبوب التاجر
Tribolium confusum	confused flour beetle	خنفساء الدقيق المرتبكة
Tribolium castaneum	red flour beetle	خنفساء الدقيق الحمراء
Sitophilus granarius	granary weevil	سوس مخزن الحبوب
S oryzae	rice weevil	سوس الأرز
S zeamais	maize weevil	سوس الذرة
Lophocateres pusillus	Siamese grain weevil	سوس الحبوب السيامية
Cryptolestes ferrugineus	rusty grain beetle	خنفساء الحبوب الصدأة
Ahasverus odvena	foreign grain beetle	خنفساء الحبوب الأجنبية
Lathetius oryzae	long headed flour beetle	خنفساء الدقيق طويلة الرأس
Gnathocerus comutus	broad horned flour beetle	خنفساء الدقيق ذات القرون العريضة
Stegobium paniceum	drugstore beetle	خنفساء الصيدلية
Acanthoscelides obtecus	bean weevil	سوس الفاصوليا
Calloscbruchus spp.	cowpea weevil	سوس اللوبيا
Bruchus spp.	pea & bean weevil	سوس البسلة والفاصوليا
Caryedon serratus	groundnut beetle	خنفساء السودانى
Araeceres fasciculatus	coffee bean weevil	سوس البن

تابع جدول (٢):

الإسم العلمي	الإسم باللغة الانجليزية	الإسم باللغة العربية
	أوبئة اللحوم المجففة ومنتجات اللحوم الأخرى	
Dermestes spp.	hide beetle	خنفساء الجلد
Attagenus spp.	carpet beetle	خنفساء السجاد
Anthrenus spp.	carpet beetle	خنفساء السجاد
Necrobia spp.	ham & copra beetle	خنفساء الهام والكوبرا
	أوبئة الفواكه الجافة والنقل/ المكسرات	
Lasioderma serricorne	cigarette beetle	خنفساء السجائر
Carpophilus spp.	sap beetle	خنفساء النسغ
Oryzaephillus surinamensis	sawtoothed grain beetle	خنفساء الحبوب ذات الأسنان المنشارية
Tribolium castaneum	red flour beetle	خنفساء الدقيق الحمراء
Curculio spp.	nut weevils	سوس النقل
	أوبئة الجذور والدرنات	
Lyctus spp	powder-post beetle	خنفساء المسحوق
Bostrichid beetles	false powder-post beetles	خنفساء المسحوق المزيفة
Lophocateres pusillus	Siamese grain beetle	خنفساء الحبوب السيامية
Cryptolestes spp.	flat grain beetle	خنفساء الحبوب المسطحة
Cyclus spp.	sweet potato weevil	سوس البطاطا
Prionoryetes spp.	yam beetle	خنفساء الديوسقوريا
Caulaphilus oryzae	broad nosed grain weevil	سوس الحبوب ذات الأنف العريضة

وهناك طريقتان لمعالجة بيئة التخزين: طريقة مانعة preventive وطريقة تصحيحية corrective وذلك بالنسبة لإستخدام مبيدات الآفات الكيماوية. فيستخدم في طريق المنع حاميات protectants الحبوب وبذور الزيوت أما الطريق التصحيحي فيستخدم مدخنات fumigants خاصة عندما تصبح العدوى خارج النطاق أو في حالة الإحتياج إلى قتل سريع للمساعدة على بيع أو الخضوع لمتطلبات الحجر. ويلجأ إلى هذا عندما يكون أو يصبح بروجرام المنع غير كاف وقد أوقف إستعمال عدة مدخنات وبقى منهم بروميد الميثايل methyl bromide والفوسفين phosphine وهذا الأخير أو غاز فوسفيد الأيدروجين وهو ينتج عن تفاعل الرطوبة الجوية مع فوسفيد معدني لإطلاق غاز فويدم PH_3 ويترك أو قد لايترك أي يتبقى ويحتاج إلى ٣ – ٥ أيام تحت ظروف درجة حرارة جيدة ideal من ١٥ – ٣٥°م ويأخذ وقتاً أطول إذا أريد للغاز أن يخترق لأعماق من ١٠ – ٢٠ متراً بدون الحاجة لجهاز إعادة تدوير وبروميد الميثايل يستخدم إذا أريد التبخير خلال ٢٤ ساعة أو أقل.

مشاكل وضبط الفراشات

problems & control of moths

هي أساساً أوبئة للحبوب والبقول أيضاً ولكن هناك أوبئة رئيسية للفواكه الجافة ومنتجات الحيوان (الجدول٣) ووجودها يعرف بالفراشات الطائرة flying moths يرقة/دعموص الفراشات (اليسروع caterpillar) لاتخترق المنتجات بعمق وتوجد تتغذى بالقرب من السطح وهي تترك وراءها حريراً عندما تتحرك وفي حالة العدوى الشديدة تندمج هذه الخيوط الحريرية وتكون غطاءاً على السطح مثل التاربولين (قماش مشمع) tarpaulin وتؤثر على إختراق غاز التدخين. وهذا العيب ينتج نتيجة إهمال أو أخطاء.

مشاكل وضبط العثة

problems & control of mites

العثة لاتكون وباءاً أولياً لمعظم الأغذية فيما عدا عش الغراب والجبن والمنتجات المشابهة المتصلة بالفطر والتخمر وهي توجد في الجدول (٤). وعادة وباء العثة هو نتيجة لظروف تخزين غير مناسبة. والعثة يناسبها بيئة باردة cool خضلة وهذه تصلح لنمو الفطر والخمائر وتحت هذه الظروف تتغذى العثة على الفطر والخميرة وعلى المواد التي قام بتحضيرها الفطر والخميرة. والفطر والخميرة يكسر قشرة بذرة الحبوب والبقول ويرطب ويحضر الغذاء للعثة لتتغذى عليه. وضبط العثة هو تصحيح للظروف البيئية بحيث تصبح غير مناسبة لها. وإستخدام مبيدات الآفات غير مؤثر حيث أن الفطائر والخميرة والرطوبة تكسر هذه المبيدات. وإستخدام المدخنات له تأثيره ولكنها قد لايكون إستعمالها قانونياً مع المنتج المعين الجاري تدخينه. وقد تم بنجاح إستخدام درجة حرارة عالية (أعلا من ٣٨°م) ولكن الأغذية قد لاتتقبل درجة الحرارة العالية هذه.

وفيمايلي لستة للإستخدام في ضبط الأوبئة:

١ – الجو المحور – إستخدام تركيزات أكسجين منخفضة بإضافة ك أ٢ أو نتروجين أو غازات الإحتراق.

جدول (٣): أوبئة الفراشات فى المنتجات المخزنة.

الإسم العلمى	الإسم باللغة الانجليزية	الإسم باللغة العربية
	أوبئة الفراشات فى بذور الحبوب والبقول وفى منتجاتها المعاملة	
Ephestia cautella	tropical warehouse moth	فراشة المخزن الإستوائى
Plodia interpunetella	Indian meal moth	فراشة الجريش الهندى
Sitotroga cerealella	Angomois grain moth	فراشة حبوب أنجوروا
Ephestia elutella	tobacco moth	فراشة الطباق
Pyralis farinalis	meal moth	فراشة الجريش
Corcyra cephalonica	rice moth	فراشة الأرز
Ephestia kuehniella	Mideterranean flour moth	فراشة دقيق البحر الأبيض المتوسط
Pectinophora gossypiella	pink bollworm	الدودة القرنفلية
	أوبئة الفراشات للجذور والدرنات	
Phathorimaea operculella	potato tuber moth	فراشة درنة البطاطس
Pyralis manihotalis	grey pyralid	نارية رمادية
	أوبئة الفراشات للفواكه المجففة والنقل / المكسرات	
Ephestia cautella	tropical warehouse moth	فراشة المخزن الإستوائى
Ephestia calidella	dried fruit moth	فراشة الفاكهة المجففة
Ephestia figuilelia	raisin moth	فراشة الزبيب
Lespeyresia caryana	hichoryshuck worm	دودة القشرة الجوزية
Paramyelois transitella	naval orange worm	دودة البرتقال أبو صرة
Plodia interpunctella	Indian meal moth	فراشة الجريش الهندى

تابع جدول (٣)

الإسم باللغة العربية	الإسم باللغة الانجليزية	الإسم العلمي
أوبئة اللحوم الجافة ومنتجات الحيوان الأخرى		
نارية رمادية	grey payralid	*Pyralis manihotalis*
فراشة ملابس المخزن	case-bearing clothes moth	*Tinea pellionella*
فراشة الملابس العادية	common clothes moth	*Tineola bisselliella*
فراشة المنزل أبيض المنكبين	white-shouldered house moth	*Endrosis sarcitrella*
فراشة المنزل البنية	brown house moth	*Hofmannophila pseudospretella*

جدول (٤) أوبئة العتة للمنتجات المخزونة. (Macrae)

الإسم باللغة العربية	الإسم باللغة الانجليزية	الإسم العلمي
أوبئة العثة للحبوب والبقول ومنتجاتها المخزنة		
عثة الدقيق	flour mite	*Acarus siro*
عثة الحبوب	grain mite	*Glycyphagus destructor*
		Tyrophagus longior
		Suidasia nesbitti
		Calogylyphus rhizoglyphoides
أوبئة العثة للفواكه المجففة والنقل/المكسرات		
عثة الدقيق	flour mite	*Acarus siro*
		Carpoglyphus lactis
أوبئة العثة للحوم المجففة ومنتجات الحيوان الأخرى		
عثة الدقيق	flour mite	*Acarus siro*
		Lardoglyphus konoi
عثة الجبن	cheese mite	*Tyrophagus casei*

٢- إشعاعات جاما (γ) - إستخدام طاقة كهرومغناطيسية تسبب تلف الخلية و الأنسجة.

٣- الاليكترونات المعجلة - وهذه في سرعات عالية تهدم الخلايا والأنسجة.

٤- التخزين الكتيم hermetic storage - يقفل الغذاء في وعاء بحيث أن التنفس الطبيعي له وكذلك تنفس الوباء الموجود يخفض من محتوى الأكسجين إلى مستوى لايصلح للحياه.

٥- الطفيليات والحيوانات الضارة predators - إضافتها إلى السلع الخام لضبط تغذية الوباء على الغذاء.

٦- معرضات الحشرات - وإستخدام البكتيريا والفيرس والفطر والتي طبيعياً تهاجم أوبئة الأغذية ولكنها غير ضارة بالإنسان أو الحيوان.

٧- درجة الحرارة - إستخدام درجات حرارة عالية أو منخفضة بما فيها الأشعة تحت الحمراء والموجات القصيرة microwave.

٨- الهندسة الوراثية - إدخال مورث gene والذى ينتج مادة سامة لأوبئة الحشرات ولكن ليس للحيوانات الأخرى.

الحشرات كغذاء للإنسان

دراسة إستهلاك الحشرات كغذاء للإنسان يعرف بإسم entomophagy.

وقد تستهلك الحشرات قصداً كغذاء بواسطة الإنسان وقد يتم ذلك عرضاً أو لأسباب طبية أو في إحتفالات أو كطريقة للبقاء على قيد الحياه ولكن إستهلاك عسل النحل الذى تفرزه حشرة النحل هو شيء مرغوب جداً.

ويمكن إستهلاك معظم الحشرات دون تأثير ضار فهناك عدد قليل جداً من الحشرات السامة ولكن منها ما ينقل الأمراض أو يعمل كمضيف وسطي intermediate host لبعض الطفيليات والحشرات تفسد بسرعة وعموماً يجب إستهلاكها و/أو تحضيرها وهي حية.

ولكن الحشرات لم تكن الغذاء الرئيسي the staple في أى نظام إقتصادى ولكنها كثيراً ماتكون مصادر حرجة وكثيراً مايعتبر علماء الإنسان (الأنثروبولوجيا) الحشرات كغذاء في حالة المجاعة أو لتعضيد المصادر الأخرى ولكن هناك مايدل على أن الحصول على الحشرات لم يكن بطريق الصدفة بل كان بالقصد في بعض الأماكن.

بعض الحشرات المستعملة كأغذية للإنسان

في دراسة قام بها Sutton على الحوض العظيم Great basin الذى يوجد في غرب الولايات المتحدة وجد أن السكان الأصليين (الهنود الحمر) إستخدموا بعض الحشرات في غذائهم ومنها:

١- الجرجر/ صرّار الليل crickets

1. *Anabrus simplex* (mormon cricket)
   Tettigoniidae : Decticinae
2. *Nemobius* sp.
   Nemobicinae
3. *Miogryllus* sp.
   Gryllidae
4. *Acheta assimilis* (field cricket)

والجرجر mormon cricket نهارى diurnal ويتجنب الحرارة المرتفعة ويستريح ليلاً وهو من القوارت/ المشتركات (يتغذى على مواد حيوانية ونباتية ويأكل حتى جنسه cannibal). وهي

تتجمع فى أعداد كبيرة وإذا غزت المزارع فإنها لاتترك وراءها أى نصل من أوراق. وقيمتها الغذائية عالية (أنظر جدول ١).

وتجمع الجرجر فى الصباح الباكر قبل شروق الشمس من على صفحة الجبل أحياناً باليد وتوضع فى أسبتة ويمكن أكلها. وأحياناً توقد نار بقطر ٣ أقدام وبعمق قدمين ويرمى الجرجر الحى على الفحم ويحمص لمدد تختلف من عدة دقائق إلى عدة ساعات. وقد يتم قتلها بوضعها فى رماد ساخن ثم تحمص فى حفرة مبطنة بأحجار مسطحة. وتوقد النار فى الحفرة ويزال الرماد ويوضع الجرجر مع حجارة أخرى وتربة وتحمص لمدة ٢ - ٣ ساعات ثم بعد إزالتها تطحن إلى دقيق وتخزن فى جلد غزال buck skin للشتاء. ويؤكل الدقيق بالتداول بين الأصابع بدلاً من عمله عصيدة. وقد يخلط مع شحم حيوانى ويؤكل. كما أنه يمكن أن يجفف ويؤكل أو تطحن بين أحجار وتضاف إلى شوربة الصنوبر. ويتم طحنه إلى دقيق بعد إزالة الرأس مع الأمعاء وكذلك الأرجل ثم التجفيف والطحن والتخزين فى جلد الغزال وقد تجفف ويوضع فى أسبتة أو غيرها وتغطى فى حفر لحفظها لوقت الشتاء.

والبعض يطبخ الجرجر الطازج بوضعه فى حفر مبطنة بحجارة ساخنة حيث يغطى ويترك حتى يتم تحميصه. وقد يأكله الأطفال بعد صيده وإزالة الرأس والأمعاء وأكل الأجسام المتبقية بلذة.

وقد يجفف فى الشمس ويطحن إلى دقيق ويعمل على هيئة كعك.

ويعطى كل جرجر حوالى ٢١١ أوقية لحم.

وعندما يهاجم الجرجر المزارع فإن قنوات الرى تمتلىء به فيضع الهنود أسبتة خاصة فيها لإصطياد هذه الحشرات أثناء طفوها مع التيار وذلك بالأطنان ثم يجففوها فى الشمس ويحمصوها ثم يعمل منه دريس silage يمكن أن يحتفظ به لأشهر وقد يدخل دقيق الجرجر مع دقيق الصنوبر فى عمل خبز سماكة ٢ بوصة وقطره ١٠ بوصة.

وقد أستخدم التأريخ بواسطة الكربون المشع فى التعرف على قدم إستخدام الحشرات فى الغذاء ويرجع ذلك إلى ٢٢٠٠سنة قبل الميلاد.

ومن طرق حفظ الجرجر أن يحشى فى أنابيب خشبية حتى يتم إستخدامه فى الشتاء.

٢- الجراد locust (أنظر)

أحياناً كان الهنود يجمعون الجراد فى أسبتة ويحمصوها roast على الفحم وأحياناً كانوا يحرقون العشب والنجيل وتوجه الحشرات بواسطة اللهب إلى حفرة ثم يمكن جمعها بطريقة أسهل. ثم تجفف وتطحن لتعطى دقيقاً مغذياً ويعيش فترة طويلة ليمكن خلطه مع أغذية أخرى.

وأحياناً كان الجراد يجمع فى الصباح المبكر من على العشب أو تكشط لتقع فى أسبتة. ثم تخبز فى حفرة ثم تجفف ثم تطحن إلى دقيق أو تخزن كاملة لإستخدامها فيمابعد. ولكن تزال الرؤوس والأرجل قبل أكلها ويخزن الجراد من الصيف لإستهلاكه فى الشتاء.

(Sutton)

٣- الجندب/ قبوّط grasshopper

Melanopolus spp.
Schistocerca spp.

تختلف أنواع الجندب فى الحجم ولكنها عادة تقع مابين ٣٠ - ٦٥مم فى الطول وهى تحتاج إلى جو دافىء للتحرك ١٥ - ١٦°م وتتغذى على ١٨ - ٢٧°م وترقى النباتات على درجات حرارة أعلا من ٤١ - ٤٦°م فالجو البارد يقعدهم عن الحركة ويصبح جمعها سهل. وهو يتجمع فيما يشبه السحاب وقد يقع فى الماء ويهلك وينجرف إلى الشاطىء ربما فى سمك ٦٠سم لمسافة ٢ ميل وبذا يكون جمعه سهلاً. حيث يملح ويجفف حيث يمكن جمعها فى أكياس مشبعة بالملح ثم توضع فى خنادق مسخنة مغطاه بحجر ساخن لمدة ١٥ق ثم تؤكل كالجمبرى.

وقد يجمع الجندب باليد فى الصباح الباكر وتوضع فى أسبتة أو تحاط بالنار وتدفع إلى حفر وتحمص فى حفر و/أو تطحن إلى دقيق ثم تؤكل أو تخزن فى جلد الغزال أو أكياس مجدولة.

والبعض يأكل الجندب فى شوربة أو مغلياً والبعض يهرسها ويعمل منها عجينة يجففوها فى الشمس أو أمام نار أو يشووها كاملة على قضبان.

والبعض كان يسحق الجندب ويخلطه مع مربى من العنبيات (زعروريـــــة service berrires (*Amelanchir utahensis*) حيث تشبه كعكة الفواكه fruit cake. وقد يخلط المسحوق مع بذور عباد شمس محمصة تحميصاً شديداً parched.

وقد يحمص الجندب فى صوانى - مثل أى بذور - ثم تجرش إلى جريش وتؤكل كعصيدة أو ككيكة.

وقد تحمص فى حفر ملآى بالجمرات embers والرماد الساخن.

٤- خنافس المسكيت mesquite beetles

Coleoptera : Braconidae

يقطن الدعموص larva والعذارى pupae والأفراد البالغة ثمار (البذور والقرون) لكل من مسكيت العسل honey mesquite (*Prosopis glandulosa*) والـ screwbean (*P. pubescens*). ومن أهم أجناس Bruchidae جنساً *Neltumius* و *Algarobius*.

والخنافس صغيرة ٢ - ٥ مم فى الطول وتوجد فى أعداد كبيرة وهى تضع البيض على قرون المسكيت على الشجر ويقوم الدعموص بحفر طريقة فى الثمرة ويتغذى على أنسجة البذور والقرن. وتتكون العذراء داخل فجوة البذرة أو القرن وتخرج الأفراد البالغة بمضع طريقها إلى الخارج.

وتحصد ثمار المكسيت خلال الصيف وهى إما تؤكل طازجة أو تخزن وهذه إما تطحن طحناً خشناً وتخزن ككعك أو تطحن طحناً ناعماً إلى دقيق والطحن الخشن لايقتل الحشرات وتبقى فى كعك المسكيت أثناء تخزينه وعند عمل الدقيق بعد ذلك تصبح الحشرات جزءاً منه ومن الخبز فيما بعد مما يزيد من القيمة الغذائية للمسكيت.

٥- الذباب flies

أنواع مختلفة من الذباب تستخدم كغذاء كأفراد بالغة أو دعموص أو عذارى تبعاً للجماعات التى تستهلكها ونوع الذباب.

ذباب الشواطىء shore flies

Diptera : Ephydridae

وتشمل ذباباً من أجناس مختلفة. قد تكون صغيرة بنية أو رمادية أو سوداء وتعيش فى المياه العذبة أو المالحة أو القلوية ومنها:

قمح الماء *Hydropyrus hians*

(ماء = hydro ، قمح syrus)

ومن الممكن أن تجمع الحشرات الميتة من سنة إلى أخرى لأن الماء المالح يعمل على حفظها. وتظهر الأفراد البالغة حول إبريل وتدخل الماء وتضع البيض الذى ينزل إلى القاع وعندما تفقس فإن الدعموص larva يتعلق بالصخور أو أى شىء فى قاع البحيرة ولكنها لابد وأن تخرج إلى السطح للتنفس وقد تتعلق مع بعضها البعض مكونة حصيرة عائمة. وعندما تتكون العذارى فإنها تنفصل وتعوم فى إتجاه الشاطىء وبتأثير الريح والزوابع فإنها تتجمع على الشواطىء بالملايين فى أكوام وبذا يمكن جمعها. وقد يكون لها نكهة مشابهة لنكهة الجمبرى مع سلفات الماغنيزيا (الملح الإنكليزى) وشكلها يشبه الفلفل الأسود الخشن والجزء المأكلة يتكون من جزء صغير دهنى فى حجم حبة القمح والذى يسهل فصله من الجلد الخارجى الذى يحميه بفرك العذارى بين الأيدى وهى تجفف فى الشمس وتخلط مع ثمار البلوط/الكؤيسات acorn والعنبيات berries وبذور الحشائش ومواد غذائية تجمع من الجبال ويعمل منها خبز يسمى كوتشابا cuchoba. ويمكن تحمير الديدان فى دهنها (أنظر التكوين جدول ١).

وقد تجفف وتفصل بالدراس threshing والتذرية winnowing هياكل (القوقعة shells) العذارى وتعبأ فى كعك. ويتم التجفيف فى أسبتة من أفرع الصفصاف وتعرض للشمس حتى تجف تماماً ويحتفظ بها لوقت الشتاء.

ذباب الكركى/الغرنوق crane flies

Diptera : Tipulidae

ومنها *Holorusia rubigiosa*

والأفراد البالغة تبلغ ٢٥ - ٣٥ مم والفراش الحرشفى الأجنحة يتراوح مابين ٣٠ - ٥٥ مم فى الطول. وهذا الفراش نصف مائى semi-aquatic ويعيش فى البرك والجداول فى الطين أو جذور الحشائش.

ومن أهم مايميز هذا النوع من الذباب أن البيض يوضع عادة فى الربيع والصيف وتظهر الفراشات حرشفية الأجنحة larvae خلال أشهر الشتاء (يناير - مارس) فتكون مصدراً للغذاء.

ويجمع الذباب بكميات كبيرة ويحتفظ به لمدة عدة أشهر وإن لم يكن حفظها سهلاً. وكانت تؤكل وحدها أو تخلط مع أغذية أخرى.

٦- زيز الحصاد cicadas

Homoptera : Cicadidae

وهى لها أجنحة وماصة ومن بينها حشرات المن aphids والحشرات القشرية scale insects.

من بين زيز الحصاد:

Okanagana cicalas, Cicadas cruentifera, O. bella, Platypedia areolata

ومتوسط طول هذه الحشرات من ١٨ - ٢٤مم والأفراد البالغة تنشط أثناء النهار. وبعد فقس البيض فإن الحوريات/العذراء nymph تدخل الأرض لتبقى سنة أو سنتين أو أكثر تبعاً للنوع وبعضها قد

يبقى ١٧ سنة قبل أن تحبو للخارج وتصير فردا بالغا وهي تخرج في أوائل الصيف ويمر يوم قبل أن تكون قابلة للطيران وهي تكون أسهل في الجمع في هذه الحالة وهي تجمع اما في الصباح الباكر أو المساء وتطبخ في حفرة صغيرة وتخزن كاملة بعد أن تكون الأرجل والأجنحة قد احترقت ولها طعم المحار oyster ولاتفسد.

وقد تحمص تحميصاً شديداً على فحم لإزالة الأرجل والأجنحة ثم تجفف وتطحن إلى دقيق. وربما أكلت طازجة.

٧- فراش حرشفي الأجنحة moth

اليسروع/يرقات عديدة الأرجل caterpillars

وقد يسمى أسروع /سرعة (جمع أساريع)

يستخدم اليسروع (في طور اليرقة/الدعموص larva والعذراء pupa) للفراش حرشفي الأجنحة moth والفراشات butterflies في الغذاء وتتم التعرف على إستخدام دعموص (أثنين) من فراش حرشفي الأجنحة moths:

1 *Coloradia pandora* (pandora moth)
 Lepidoptera Saturniidae
2 *Hyles lineata* (white-lines sphinx moth)
 Lepidoptera Sphingidae

pandora moth

يسكن pandora moth عدة أنواع من الصنوبر *Pinus* sp وهي لها دورة حياه من سنتين وتضع الإناث البيض في عناقيد داخل الجزء الداخلي من اللحاء من مايو إلى يوليو ويظهر الدعموص larva في أغسطس ويصعد الأشجار ليتغذى على ابر الصنوبر ويقضي الشتاء حيث يبلغ النضج في الربيع والصيف من السنة الثانية ويصل طول اليسروع من ٤٠ - ٦٠مم. ويتجه اليسروع في أواخر يونيو وأوائل يوليو إلى الأرض ليكون العذراء pupa ويبقى هناك حتى الربيع أو الصيف حيث يظهر كأفراد بالغة.

ويمكن جمع اليسروع بحفر خندق حول الشجرة ويجمع اليسروع الذي ينزل من تلقاء نفسه إلى الخندق. أو يزال عندما يحدث ناراً من تحت الشجر وتسوى الأرضية وكثيراً ما تحاط أيضاً بخندق ويستخدم دخان النار في جعل اليسروع يقع بأعداد كبيرة فيجمع ويقتل بخلطه مع تربة مسخنة وفحم ورماد لمدة ساعة أو حتى يطبخ جزئياً ويجفف ويزال التراب والقذارة بغربال على هيئة قمع ثم يجفف اليسروع لمدة يومين في أكشاك huts. وحالياً يمكن أن يوضع اليسروع الذي يجمع من الأرض في أسبتة أو حفر أو حتى جرادل من اللدائن وقد يؤكل اليسروع مباشرة بشويه على عصيان من الصفصاف willow أو يحمص في حفرة في منطقة رملية لمدة ٣٠ ق. ثم يغربل لفصل اليسروع من التربة ثم يغسل ويفرز لإزالة المبطط منه والذي ربما كان ميتاً قبل التحميص. وقد يؤكل اليسروع مباشرة بغليه مع ملح أو بدون ملح لمدة ساعة ثم يزال الرأس decapitated. أما اليسروع الذي سيخزن فيجفف في الهواء لمدة يومين إلى أسبوعين أو في سقائف sheds من شرائط من اللحاء ويخزن اليسروع المجفف في مكان بارد وبينما إحتفظ به للصيف التالي. ويستخدم اليسروع في عمل يخني stew مع البطاطس مع ملح وفلفل ويؤكل مع خبز يصنع من الصنوبر وبذر عباد

الشمس. وفي مناطق أخرى يقوم الهنود بتقليب التربة للحصول على الشرنقة/النيلجة cocon وأكلها دون طبخ.

white-lined sphinx moth

ويصل اليسروع إلى حوالي ٧٥ مم - ٨٨ مم ولونه أخضر براق ونادراً أسود وهو من القوارات / المشتركات omnivorous ويأكل أي نوع من النبات.

ولاعدادها تنزع الرأس وتزال الأمعاء وتوضع الجثة في سبت صغير أو كيس أو تعلق في خيوط حول الرقبة أو الذراع حتى تنقل إلى وعاء أكبر. وفي الليل تقام وليمة ومالايتم أكله يوضع على أرض سبق تسخينها بالنار حيث تجفف تماماً وتعبأ كاملة/وتسحق إلى جريش. وقد تحمص بشدة parched على فحم وتخزن لمدد أطول دون أن تتزنخ.

وأحياناً يحمص في حفر مثلما يصنع مع الجرجر crickets بإستخدام حجر مسطح.

٨- المن honey due

المن هو متبلر إفرازات بعض الحشرات مثل الأرقة/المَنّة aphids أو white flies ومن أهمها *Hyalopterus pruni* من رتبة Homoptera فصيلة Aphididae حيث تقضى الشتاء على أشجار غالباً الـ *Prunus* وفي الصيف تنتقل إلى قصب reed (*Phragmite* أو *Typha* sp.). وعندما تصل النباتات إلى كامل حجمها فإنها تقطع وتجفف في الشمس وعندما تصبح قصفة brittle تماماً تطحن ويفصل الجزء الأنعم بالنخل ويشكل الدقيق الخضل moist اللَصِق sticky يشكل بالأيدى إلى كتلة تخينة تشبه الصمغ وتوضع بجانب نار وتحمص حتى تنتفخ ويصبح لونها بنياً خفيفاً وتؤكل . وقد يجمع القصب reeds وينشر في طبقات رفيعة على الأرض ليجف ثم يضرب بالعصى ويجمع السكر على جلد ويشكل على هيئة كرات ويلف في أوراق القصب لتجزينه.

ومصدر آخر للمن هو الدبس tule (عشيب مائى) الذى يجمع في الصباح الباكر وينسر على بطاطين أو خلافه ويعرض للشمس وبمرور الزمن تتبلر قطرات صغيرة من (الندى dew) ثم يضرب الدبس بالصفصاف - بعد إزالة اللحاء- فيقع الندى - المن- على القماش فيزال منه بعناية. وقد يجمع العسل من على القصب مع ماقد يكون عليه من حشرات ويضغط إلى كرات في حجم قبضة اليد ويؤكل.

وفي طريقة أخرى للحصول على "السكر" من القصب الأخضر green cake (Phragmites) يجمع هذا النبات في الصيف عندما تكون الأوراق سميكة. ويقطع النبات بأكمله ويجفف حتى يخرج النسغ/العصير الخلوى sap إلى سطح الكتل ثم يجمع القصب على قماش ويضرب بعصايا لتفكيك السكر الذى يجمع ويذرى ويخزن في أسبتة تصنع من الدبس tule الذى يعتقد أن يحافظ على السكر ولايعطيه طعماً ولايغير من لونه ويكون في هذه الحالة معداً للأكل كقند. وفي تحوير آخر يستخدم جلد الدب بدلاً من القماش ويحك السكر من عليه إلى صينية مسطحة ثم إلى سبت صغير حيث يعمل منه عجين يابس stiff dough بإستخدام ماء بارد

ويجفف لمدة ستة أو سبعة أيام ثم يؤكل جافاً مع عصيدة chia gruel. وقد يطحن المن مع القصب.

٩- النحل bees

Order : Hymenoptera
Super family : Apoidea

٩- نحل العسل honeybees

لايدخل ضمن هذا التقرير

Hymenoptera : *A. pinae*

هناك عدة أجناس من النحل ويمكن إعطاء دورة حياه عامة لها فيمايلي: تخرج الملكات من البيات الشتوى hibernation فى الربيع وتختار مكاناً لعمل عش وتبنى خلية بيض وتضع اللقاح المبلل بالعسل وتبيض بيض الشغالات ويصل الدعموص larvae لكامل حجمه فى اسبوعين ويتحول إلى عذارى وتخرج كشغالات فى خلال أسبوعين آخرين. وهذه تكمل بناء العش بعمل خلايا من الشمع وتراعى الصغار بينما تكمل الملكة وضع البيض. وعندما يخرج الصغار من الخلايا فإن بعضها يعاد إستعمالها بينما تملأ الأخرى بالعسل. وفى الربيع والصيف يوجد كميات كبيرة من الدعموص larvae والعذارى فى العش فى مراحل مختلفة من التطور وتستمر هذه الدورة حتى الخريف حيث يخرج الذكور والإناث ويتناسلوا لإعطاء الجيل التالى. ومن هذا النحل: *Xylocopa orpitex*، *Xylocopa californica*.

ويحصل على العسل والدعموص larva من عش النحل، حيث يؤكل العسل ويطبخ الدعموص ويؤكل.

كذلك كان قرص العسل يؤكل ومعه الدعموص.

وقد وصفت طريقة يقوم بها أحد أنواع النحل - ولو أنه لاشك فى مبدأ الأمر أن تنتمى الحشرة إلى الزنابير wasp (Vespoidea) لتخزين العسل ليأكله الدعموص وذلك بأن تخرم خروم فى سويقات stalks نوع من الأغاف agave (Agave utahensis) الأجوف عندما يكون طولها حوالى ٦ - ٨ قدم وتكون جافة وتضع فيها العسل الذى كان على هيئة أسطوانات تختلف فى الحجم تبعاً لقطر السويقات ولكنها تراوحت مابين ٦١٥ - ٤١٣ بوصة فى القطر مع طول ٢-٣ بوصة. وكان طعمها كالعسل المقند candied honey ولكن ليست بنفس الحلاوة. وقد ذكر أيضاً أن هناك نوع من العسل يوجد على أفرع أنواع من الصنوبر على هيئة دلاه جليدية icicle وإن لم تعرف طبيعة العسل أو نوع species الصنوبر.

١٠- النمل ants

Hymenoptera

تكون ملكات النمل المعشش. والنمل ينشط أثناء النهار ومالم يكن حاراً جداً.

Myrmecocystus

يقوم هذا الجنس من النمل بتخزين المن honey dew فى بطونه التى تتمدد كثيراً وقد تعوقه عن المشى. وهذا الجنس ينشط ليلاً ويجمع "الرحيق" من العفصة gall (نسيج نباتى متضخم بتأثير الفطر) من أشجار البلوط الخفيفة (.*Quercus* sp) وتعود للعش قبل شروق الشمس ويجمعها الهنود فى الصباح الباكر أو بحفرها وأخذها من العش ويختلف

محتوى النملة من المن (العسل) ولكن في المتوسط كان ٠,٤جم وهو حمضي قليلاً ربما من تأثير حمض الفورميك ولكن طعمه حلو.

وجمع أفراد قبيلة أخرى النمل من على أعلا التل حيث تكون متجمعة في الصباح الباكر ثم تحمص تحميصاً شديداً parched وتطحن إلى دقيق.

والبعض يجمع نمل النجار carpenter ant (*Camponotus maculatus*) والتي يتراوح متوسط طولها مابين ٦ - ١٠مم في الصباح الباكر عندما يكون الجو بارداً ثم يذرى النمل من التربة بواسطة سبت ثم تقتل على فحم ساخن في صينية التحميص الشديد ثم تطحن إلى دقيق الذى يغلى إلى عصيدة mush. وقد يخزن الدقيق. وقد يحمص النمل على طبق كبير مع خبث فرن cinder يحترق مع قذفه من طرف إلى آخر حتى يموت وقد يؤكل جافاً أو يحتفظ به لأكله فيما بعد وفي هذه الحالة فإنه يضاف إلى الشوربة أثناء غليانها ليزيد من ثخانتها.

وفي طريقة أخرى قد تجمع النساء النمل من عشه في الصباح الباكر ثم ينظفوه من التربة والقذارة وماقد يكون به من خشب في الماء ثم يوضع النمل على حجر مسطح ثم يضغط عليه بمرقاق rolling pin تسحق إلى كتلة كثيفة وترقق كما ترقق الفطائر وهذه تحضر منها شوربة.

ويقوم البعض لصيد النمل بوضع جلد حيوان ذبح حديثاً أو لحاء شجر على تل النمل الذى يقوم بتغطية هذا الجلد أو اللحاء فيزال النمل من عليه إلى كيس حيث يترك ليموت فيجفف لإستخدامه فيمابعد.

أو يحصل على تل النمل ويدفع إلى حفر كبيرة بها صخور ساخنة جداً فيتم تحميصه لحظياً وهذا إما يغلى أو يحمص تحميصاً شديداً parched.

١١- حشرات أخرى

من الحشرات الأخرى التى أستخدمت كغذاء القمل lice/louse *Pediculus humanus*

وكذلك الجعل scarab ومنها خنفسة يونيو June beetle (Coleoptera : Scarabaeidae) و *Phyllophaga fusca*. وكذلك فقد ذكر أن البعض أكل العقارب scorpions من طائفة class (Arachnida) ومنها *Vejovis goreus* من فصيلة Scorpionida. كذلك ربما أكل النمل الأبيض termites (*Reticulitemes tibialis*) وكذلك البراغيث (: Siphonaptera Ceratophillidae).

التكوين الكيماوى والقيمة الغذائية

يعطى الجدول (١) التركيب الكيماوى التقريبى لبعض الحشرات التى أستخدمت أو تستخدم كأغذية ومنها يتضح مدى إستطاعتها أن تساهم في التغذية.

أما جدول (٢) فيعطى الأحماض الأمينية التى توجد في بعض الحشرات.

جدول (١): بعض مكونات بعض الحشرات التي تستخدم كغذاء.

إســم الحشرة			النسبة المئوية				سعرات
عربي	إنجليزي	علمي	بروتين	دهن	كربوايدرات	رماد	/١٠٠ جم
١- جرجر	crickets	*Anabrus simplex*	٦٠-٥٠	١٩-١٣		٦,٩-٥,٤	
٢- جندب (مجفف)	grasshoppers	*Mrlanoplus* spp.	٥٨,٣١ - ٧٧,١٣	٢٠-١٠		٤,٢	
		Schistocerca spp.	٥١,٠٨ - ٦١,٧٥				
٣- خنفسة يونيو	June beetle	*Phyllophago fusca*	٢٠,١	٤,٩	٠,٣	١,٦	
٤- ذباب الشاطىء	shore flies	*Hydropryus hians*					
- الدعموص			٣٥,٩				
- أفراد بالغة			٦٠,٢٢				
٥- زيز الحصاد	cicada	*Proana* sp.	٧٢,٠٢				
		Okangodes bella	٤٥,٦				
٦- فراش حرشفي الأجنحة	pondora moth	*Coloradia pandora*	١١,٧٨	١٠,٩٤	٤,٣٣	١,١٣	١٦٣
	white-lined sphinx moth	*Hyles lineita*	٣٠,٥				
٧- نحل	bees						
- دعموص			١٥,٤	٣,٧١		٣,٠٢	
- عذراء			١٨,٢	٢,٣٩		٢,١٧	

أما من وجهة الفيتامينات فقد ذكر أن الجندب يحتوى على ٧,٥ مجم/١٠٠ جم نياسين. وأن النمل إحتوى من المعادن على ٤,٧ مجم/١٠٠جم فوسفور، ٧٣٠ مجم/١٠٠جم ثيامين، ١٤٠٠ مجم/١٠٠جم ريبوفلافين.

جدول (٢): الأحماض الأمينية الموجودة فى بعض الحشرات (مجم/جم بروتين).

الحمض الأمينى	الحشـــــــــــــرة		
	جرجر	جندب	خنفسة يونيو*
أرجنين	٤٥	٣,٧٢	١١,٥٣
أسبارتيك			
أيزولوسين	٥٣	٢,٨٩	
ألانين			
برولين			
تربتوفان	٥	٧,٥	
تيروسين + فينيل ألانين	٩٠		
ثريونين	٤٨	٢,٣٥	
جلوتاميك			
جليسين + سيرين	١١٠	٤,٧	
سستئين			
سيرين			
فالين	٦٠	٤,٣٥	
فينيل ألانين	٢٨	٢,٢٧	
لوسين	٨٦	٥,٦٣	
مثيونين + سستئين	١٤	١,٠٤	
هستيدين	٣٣	١,٥٧	٦,٥٧

* النسبة المئوية من الأحماض الأمينية الكلية.

قراءات أخرى

Calvin Schawbe; Unmentionable Cuisine. Univ. press of Virginia.
R.L. Taylor & B.J. Carter; Entertaining with insects or: The Original Guide to Insect Cookery; Woodbridge Press.

وتقول دارنا ل. ديفور Darna L. Dufoir أن الـ Orders الآتية تستخدم كغذاء فى الأمازون:

١- Coleoptera		
Buprestidae		
Euchroma gigentea (L.)	العذراء larva	والبالغ adult
Cyrambycidae		
Acrocinus longimanus (L.)	العذراء	
Curculionidae		
Rhymchophorus spp.	العذراء	والبالغ
Passalidae		
Genus	العذراء	والبالغ
Scrabaeida		
Megacerus crassum Prell.		والبالغ
٢-Hymenoptera		
Formicidae		
Atta cephalotes (L.)	الجندى	والمجنح (أنثى) alate
Atta laevigata (F. Smith)	الجندى	والمجنح (أنثى)
Atta sexdens (L.)	الجندى	والمجنح
Vespidae		
Apoica thoraeica Buysson	الخادرة pupa	
Polypia rejecta (F.)	الخادرة	
Stelopolybia angulata (F.)	الخادرة	
٣-Isoptera		
Termitidae; Nasutiterminitae		
Syntermes parallelus Silvestri	الجندى	والعذراء
Syntermes synderi Emerson	الجندى	والعذراء
Macrotermes sp.	الجندى	
٤-Lepidoptera		
Hesperiidae		
Genus	العذراء	
Lacosomidea		
Genus	العذراء	
Noctuidae		
Genus	العذراء	
Notodontidae		
Genus	العذراء	
Saturniidae		
Genus	العذراء	

وتراوحت نسب الرطوبة مابين ٦،١٪ - ١٣،٧٪ والطاقة مابين ٤٢٥ - ٦٦١ سعراً والبروتين مابين ٢٤،٣ - ٥٢،٦ جم والدهن مابين ٤،٩ - ٥٥،٠ جم والرماد مابين ١،٠ - ٤،٨٪.

حَشّ

حشيشة الدينار/ جنجل hops

أنظر: جنجل

حشيشة الملاعق/ملعقية scurvy grass

(الشهابى)

الإسم العلمى *Cochlearia officinalis*

الفصيلة/العائلة: الصليبية

Cruciferae (mustard)

بعض أوصاف

تنمو على الشواطىء والجبال وفى نصف ظل أو ظل كامل. (أمين رويحة)

وقد يكون عليها شعر أو لايوجد عليها شعر. حولية أو دائمة والأزهار بيضاء أو تميل للأرجوانية وهى لحمية وسوقها مستقيمة تبلغ حوالى ١،٥ قدم والأوراق تشبه الكلى. والثمار قرنية pods مستديرة أو تشبه البيض بها صفان من البذور فى كل قسم compartment.

وكانت تستخدم قديماً فى الرحلات البحرية لمنع مرض الأسقربوط نظراً لغناها فى حمض الأسكوربيك ولكن نظراً لأن لها رائحة غير مرغوبة وطعمها مر إذا ما جرحت فإن قيمتها فى الأكل منخفضة. (Everett)

وهى تؤكل غضة وبمقادير قليلة فى تتبيل الزبد واللبن الرائب ومع الجزر والبطاطس المسلوق وسلطات الخضر وفى أغذية الحمية التى يمنع فيها ملح الطعام والتوابل الأخرى وإستعمالها غضة يرجع أيضاً لأن التجفيف يفسدها. (أمين رويحة)

حشف

الحشفة/ الخميرة اليابسة dry yeast

أنظر: خميرة

حشا

حشو stuffing/filling/dressing

يجب أن يكون الحشو مناسباً فالغذاء ذو النكهة الرقيقة delicate لايحشى بحشو قوى الرائحة وإلا تغلب عليه. والأوزة السمينة تحشى بشىء يمتص - أرز مثلاً - أما الطائر ذو اللحم الجاف فيحشى بشىء عصيرى. وبعض الحشو يقصد به التنكية ولايتوقع أكله وذلك مثل البرتقال فى البطة، وأخرى يقصد بها إمتصاص النكهة والعصير- مثل الأرز وقطع الخبز الجاف. (عثمان)

وإذا كان الحشو نيئاً فإن الطبخ يأخذ وقتاً أطول وتستعمل كثير من الأعشاب والبصل والثوم فى الحشو. (Stobart)

وفى الشرق الأوسط والبلاد العربية يحضر الفلفل والكوسة والباذنجان وورق العنب وحتى ورق الكركديه محشياً بالأرز واللحم وكذلك ورق الكرنب وخلافه. بل إن الخراف كثيراً ماتحشى بأشياء مختلفة من بينها النقل ونفس الشىء بالنسبة

للديك الرومى. ويحشى الحمام بالفريك أو الأرز وعادة يحضر فى طاجين. (عثمان)

الأسماء : بالفرنسية farce وبالألمانية Füllung/Füllsel وبالإيطالية ripieno وبالأسبانية relleno. (Stobart)

محشى ورق العنب
stuffed vine leaves

يعرف هذا المحشى بإسم دولما dolmades فى اليونان و dolmes فى تركيا. ويحسن إستخدام الأوراق الصغيرة لأن الكبير يكون جشباً tough وأحسنها التى لها شكل القلب. وورق العنب يمكن حفظه مملحاً فى براميل أو يحفظ فى علب بالتعليب canning وهذه يجب غسلها فى ماء دافىء لإزالة الملح. وقبل الحشو يجب إزالة السويق وسلق الأوراق لبضع دقائق – منفردة وغير ملتصقة – فى ماء يغلى حتى تصبح طوية pliable. أما الحشو فأنواعه كثيرة فمخاليط من لحم وأرز وخضر مع بعض الأعشاب مثل البقدونس والنعناع. وتختلف الوصفة إذا ماكان الحشو سيؤكل بارداً أو ساخناً.
(Stobart)

الأسماء: بالفرنسية feuille de vigne وبالألمانية Rebenblatt وبالإيطالية foglia di vito وبالأسبانية pámpano.
(Stobart)

أحشاء
intestine/entrails/guts/viscera

الأحشاء هى الجزء الأنبوبى tubulae من القناه الهضمية عادة بين المعدة والمزرق cloaca أو الشرج anus ووظائفها التفصيلية تختلف بإختلاف المنطقة ولكنها من وجهة أولية هضم وإمتصاص الغذاء. (McGraw-Hill Enc.)

ومن الحائط الأوسط wall middle للأمعاء الصغيرة والكبيرة للمواشى والخنزير والخراف والماعز تصنع الأغشية الأسطوانية الطبيعية natural casings. ولو أنها صناعياً تصنع الآن أيضاً من الأغشية الأسطوانية السليولوزية cellulose casings والأغشية الأسطوانية casings من نسالة القطن cotton lints ومن الكولاجين أو من خيوط عديد الإيثيلين. (Ensminger)

حشية — gasket

(Academic)
ختام (قفل) محكم ضد الضغط pressure-tight seal يصنع من مادة تقبل التغير فى التشكيل deformable مثل المطاط أو اللدائن أو الورق تملأ fitting بين جزئين ثابتين وتستخدم لمنع تسرب السوائل.

حَصَد — to harvest

جمع أو تقطيع المحاصيل فى طور النضج.
(Academic)

حصاد/حصيد/ محصول	harvest

ناتج محصول معين. (Academic)

حَصَرَ

الحُصْر/إمساك	constipation

هى حالة من عدم تحرك الأمعاء bowels أو صعوبتها مع كون البراز صلب وجاف.
(Academic)
ويمكن علاج الإمساك أو منعه بتناول أغذية تحتوى مواداً لاتهضم لأنها تنشط القولون وهذه هى الألياف وهى تمتص الماء وتحتفظ به فى الأمعاء bowels وبذا تزيد من حجم البراز stool وتساعد فى منع إنقباض الأمعاء bowels إلى أجزاء صغيرة وهذا هام لمنع تكوين جيوب/أكياس pooches فى جدر الأمعاء الكبيرة. كذلك فإن الألياف قد تتخمر بواسطة الكائنات الدقيقة مكونة أحماضاً عضوية والتى تنشط الحركة الدودية للقولون. ولكن يراعى تناول كميات كبيرة من السوائل فى وجود المواد التى تمتص الماء وذات الحجم bulk حتى يمكن مرور كتل من البراز الطرى والناعم خلال القولون وإلا فإن الكتل الصلبة والجافة التى قد تتكون قد تضر الأنسجة المعوية.
(Ensminger)

حَصَلَ

المحصول	harvest/crop

فى الزراعة: ١- المحصول هو أى نبات زرع أو ينمو طبيعياً ويتم حصاده لغرض الغذاء أو للإستخدام فى أغراض أخرى. ٢- ناتج هذا المحصول فى موسم معين أو مكان معين. ٣- ناتج حيوانات المزرعة / الدواب livestock.
(Academic)

المحصلة	resultant

فى الطبيعة: قوة أو سرعة .. ألخ تتساوى فى الناتج أو التأثير اثنين أو أكثر من القوى أو السرعات الأخرى ... ألخ.

حَصُنَ

تحصين	immunization

هى عملية تزيد من تفاعل الكائن لمولد الضد antigen وبذا تمكنه من مقاومة أو التغلب على العدوى أو المرض. (Academic)
أنظر: تحليل أغذية

حصان بخارى	horsepower

هو وحدة القوى فى النظام الهندسى البريطانى وتساوى ٥٥٠ قدم-رطل أو تقريباً ٧٤٦ وات.
(Academic)

حَصَا

إحصاء	statistics

١- أى مجموعة من البيانات خاصة تلك التى يعبر عنها عددياً.
٢- مجموعة الطرق التى تستخدم لتسهيل تجميع وترتيب وتحليل وتأويل هذه البيانات.

٣- فرع من العلم يعالج هذه البيانات بهذه الطريقة مستخدماً نظريات الإحتمالات الرياضية mathematical probability theories.
(Academic)

statistical analysis تحليل إحصائى
(Academic)
هو تحليل للبيانات المأخوذة من عينة (المتحصل عليها منها) حتى يمكن التنبؤ بخواص المجموعة population التى تجرى دراستها.
ويمكن إستخدام نماذج models رياضية أو طرق تحليلية كثيرة.

proceedings محاضر/مداولات
سجل record بما حدث doings أو محاضر transactions لجمعية أو لهيئة أكاديمية أو غيرها.
(Random House Dic.)

حَضَن

to incubate حَضَّن
أنظر: تحضين

incubation تحضين
(Academic)
١- الإحتفاظ بظروف البيئة بغرض تنمية مزارع كائنات دقيقة حية أو مزارع أنسجة.
٢- عملية الإحتفاظ بمادة على درجة حرارة معينة لمدة مابغرض دراسة تفاعلات كيماوية.

incubator حَضَّان
هو جهاز يمكن ضبط/مراقبة ظروف البيئة فيه كما فى زراعة الكائنات الدقيقة أو لتنمية developing البيض أو الخلايا الحية (أو المحافظة على خلية قبل تمام نموها).
(Academic)

حَطّ

retrogradation انحطاط/انتكاس
عملية التغيير الفيزيقى والكيماوى فى المحاليل المائية أو الجل تحدث مع مرور الوقت aging وينتج عنها أشكال جزيئية أبسط. (Academic)
أنظر: نشا (حبوب)

to catalyse حَفَزَ
يغير أو يحدث عن طريق الحفز. (Academic)

catalysis حَفْز
إسراع عملية كيماوية عن طريق استخدام حفاز/عامل مساعد. (Academic)

catalyst حَفَّاز/عامل مساعد
أى مادة تؤثر بطريقة ملحوظة على معدل التفاعل الكيماوى بدون أن تستهلك أو تتغير أساسياً.
والحفاز الموجب (وهو الأكثر) positive catalyst يسرع من التفاعل والحفاز السالب negative يبطىء من التفاعل. (Academic)

حامل الحفاز catalyst carrier

مادة متعادلة (خاملة) neutral مثل الألومينا أو الكربون المنشط تستخدم لدعم support الحفاز بزيادة مساحة السطح وقد تسمى دعامة الحفاز catalyst support. (Academic)

إختيارية الحفاز catalyst selectivity

عملية يؤثر فيها الحفاز على مركب معين في مخلوط بدرجة أكبر من أو بدلاً من تأثيره على بقية المركبات الموجودة. (Academic)

حَفَّاز مستهلك spent catalyst

حفاز تم إستخدامه بحيث لايتم الإنتفاع به بعد ذلك. (عثمان)

تفاعل بالحفز catalytic reaction

تفاعل لايتم إلا بالحفز وقد يكون كيماوياً أو بيولوجياً ومن أمثلته نزع الأيدروجين أو الهيدرجة أو البلمرة (عثمان و Academic)

حَنَش sturgeon

الإسم العلمي	*Acipenser* sp.
الفصيلة/العائلة	Acipenseridae
رتبة Order	Acipenseriformes

(McGraw-Hill Enc.)

بعض أوصاف

توجد أسماك الحنش في المياه المعتدلة درجة الحرارة المالحة أو العذبة في شمال الكرة الأرضية وتعيش في القاع وتتغذى على الصدفيات mollusks والديدان واليرقات larvae. وعلى الجسم خمسة صفوف من الصفائح العظمية مثبتة stout مطاولة ويوجد أربعة ألياف لمس barbels على السطح الأسفل ويوجد الفم بطنياً ventrally. والفك في السمك البالغ خال من الأسنان والهيكل معظمه غضروفي. وهو في الأنهار يعوم لأعلى النهر لوضع البيض spawn. (Stobart)

ويحضر من الحنش الكافيار (أنظر) ومن المثانة الهوائية swim bladders جيلاتين السمك isinglass والعمود الفقري spine المجفف يعرف بإسم فيزيجا viziga ويحضر منه فطيره كوليبياك الروسية المشهورة. وفي بعض البلاد يقدرون رأس الحنش لأنواع اللحم الموجودة فيه. ولحم الحنش بمبي pink ويصلح للشوى broiling وقد يحتاج الأمر إلى نقعه في خل أو نبيذ.

ويوجد أنواع مختلفة من الحنش:

حنش الأطلنطي *A. oxyrhynchus* وهو يوجد بجانب الأطلنطي في البحر الأبيض المتوسط ولكن ليس في البحر الأسود حيث يوجد *A. stellatus* ، *A. guldenstadi* والبيلوجا الضخمة giant beluga (Huso huso) ويمتد وجودها أيضاً إلى بحر القزوين Caspian وإلى بحر الأزوف Sea of Azov ويمكن أن يصل الحنش إلى ١٢٧٠ كجم بطول ٧,٥ متر ومعظمه صغير ويزن حوالي ٢٣ كجم. كذلك يمكن تدخين لحم الحنش.

والحنش الروسي أهم أنواع الحنش ويوجد أيضاً في إيران ويأخذ وقتاً طويلاً للبلوغ وهو *A. gueldeusteadti*

ويؤخذ نوعان أخران همـــا: *Scaphirhynchus platorynchus* ويســمى حنـش الأنــف المجرفــة shovel-nose sturgean، و *S. albus* ويسمى الحنش الشاحب pallid sturgean.

وبغرض الحفـاظ علـى الحنـش فإنـه فـى تحضـير الكافيار (أنظر) فإن البيض يمكـن إسـتخراجه مـن السمك الحى وتستخدم طرق مختلفة لتحرير البيض مـن أغشـيته ثـم يوضـع البيـض فـى مـأج brine لإستخلاص السائل من البيض. وبعد تصفية المـأج يمكن تعبئة البيض وتسويقه. (Academic)

الأسماء: بالفرنسية esturgeon، وبالألمانية Stör، وبالإيطالية storione، وبالأسبانية esturiön.
(Stobart)

to preserve حَفِظ

حَفِظ الغذاء أى حضـره بحيـث يقـاوم أى تغير أو تهدم مثل التخمر أو الفساد.

preservation حِفْظ

حِفْظ الأغذية هو فرع من علم وتقنية الغذاء والـذى يشمل إستخدام الضبط والمراقبة control العملـى للعوامـل التـى يمكـن أن تؤثـر عكسياً علـى أمـان والقيمة الغذائية ومظهر وقوام ونكهة والقيم الحفظية keeping qualities للأغذية الخـــام والأغذيـة المعاملة. ولما كانت منتجات الأغذية والتى تختلـف فـى الخـواص الفيزيقيـة والكيماويـة والبيولوجيـة والتـى تعـد بـالآلاف يمكــن أن تتعـرض للتدهـور deterioration بســبب أو بتأثـير عوامــل مثــل الكائنـات الحيـة الدقيقـة والإنزيمـات الموجــودة طبيعياً فى الأغذية والحشرات والقوارض والشوائب الصناعيــة والحــرارة والــبرد والضــوء والأكســجين والرطوبة والجفاف dryness وزمـن التخزيـن فـإن طـرق حفظ الأغذية تختلف بدرجـة كبـيرة وهـذه العوامل يجرى جعلها فى حالتـها المثلـى بالنسـبة لكل منتج.

وطـرق حفـظ الأغذيـة تشـمل إسـتخدام الحــرارة والتـبريد الصنـاعى والتجميـد والـتركيز والتجفيــف والإشــعاع وضبــط رقــم جيـد وإســتخدام المــواد الكيماويـة الحافظـة والتعبئـة packaging لإنتـاج درجـات مختلفـة من الحفـظ تبعاً لطريقة إسـتخدام الغذاء وإحتياجات عمر الرف لكل منتج علـى حـده.
(أنظر كل طريقة حفظ على حدة)

وطريقة حفظ الغذاء المثلى يجب أن تبعد/تزيل أو تقلل إلى أقل قدر ممكن كل العوامل التـى تـؤدى إلى أن يتلف غـذاء معين أو ينهدم بـدون إحـداث أى تأثير غير مرغوب لا لزوم له. وقد يكـون هذا صعباً حيـث أن مكونـات الغذاء قـد تكـون أكـثر حساسـية لطـرق الحفـظ عـن جراثيـم البكتريـا والإنزيمـات الغذائيـة التـى يرجـى هدمها والتـى قـد تكـون ذات مقاومة عالية. كذلك فإن هناك عوامل غير بيولوجية مثل الأكسجين والضـوء وفقـد الرطوبـة قـد تسـبب هدم الغذاء ويجب منعها أو التحكم فيها.
(McGraw-Hill Enc.)

preservative مادة حافظة/عطان

المـادة الحافظـة/العطـان: هـى مـادة عندمـا تضـاف للغذاء فإنها تعمل علـى إطالـة حياتـه بحفظـه مـن

عوامل التلف البيولوجية وغير البيولوجية (أنظر حفظ الأغذية). وقد تكون هذه المادة مادة كيماوية فتعرف بإسم مادة كيماوية حافظة chemical preservative وقد تكون مادة موجودة طبيعياً فى بعض الأغذية كمضادات الأكسدة antioxidants أو بعض الزيوت الطيارة essential oils التى توجد فى بعض التوابل spices والأعشاب herbs والتى لها مفعول ضد الكائنات الدقيقة.

(Academic, Ensminger, Stobart, Van Nostrand)

وقد أستخدم ملح الطعام والسكر ونواتج تدخين (بحرق الخشب) فى حفظ الأغذية من قديم الزمان.

ومن أهم المواد الحافظة للأغذية:

أ- مضادات الكائنات الدقيقة

antimicrobial agents

وهذه تؤثر على الكائنات الدقيقة عن طريق:

١- التأثير السيىء على أغشية الخلايا. ٢- التدخل فى الميكانيزم الوراثى للكائن الدقيق. ومعظم البلاد تنظم إستخدام مثل هذه المواد فى الأغذية ولاتسمح بإستخدامها إلا بعد إجراء تجارب أو ثبوت عدم ضررها بالإستخدام المتصل من فترات بعيدة فى التاريخ. وبالرغم من ذلك فكثيراً مايعاد النظر فى السماح بإستخدام مادة أو أكثر من هذه المواد إذا ظهرت شبهة ضرر من إستخدامها مثلما هو الحال فى كل من إستخدام النتريت والنترات وكذلك الكبريتيتات وغاز ثانى أكسيد الكبريت.

(Van Nostrand)

ومن بين المواد التى يسمح بإستخدامها فى كثير من البلاد:

◈ حمض البنزويك ونترات الصوديوم: ونشاطها أكبر ضد الخميرة وأقل ضد الفطر ورقم جـ يد الأمثل لنشاطها فى الغذاء هو ٤,٥ وتتراوح نسبة الإستخدام مابين ٠,٠٥ - ٠,١٪ بالوزن تبعاً للمنتج. ويوجد حمض البنزويك طبيعياً فى القرفة cinnamon والقرنفل الناضج وقمام المناقع cranberries والبرقوق الأخضر greengage plums والبرقوق prunus. (أنظر:حمض بنزويك) وهذه المواد تستخدم فى المشروبات الغازية وغير الغازية فيما عدا البيرة والنبيذ لتأثيرها على الخميرة. كما تستخدم فى المرجرين المملحة والجيلى والمحفوظات preserves ومالئات الفطائر pie fillings والسلطات وصلصة السلطة salad dressing والمخلل ومكسبات الطعم condiments والمقبلات relishes والزيتون والسور كراوت (الكرنب المخلل المقطع) ويعتقد البعض أن فى الإنسان تتحد البنزوات مع الجليسين مكونة حمض هيبوريك hippuric acid الذى يفرز غالباً بنسبة ٦٥ - ٩٥٪ من الكمية المتناولة. كما أقترح أن الباقى تزال سميته detoxified بالإتحاد مع حمض الجلوكيورونيك. (Van Norstrand)

◈ البارابينات **parabens**: وتشمل إسترات حمض البارا-أيدروكسى البنزويك para-hydroxybenzoic الميثيلية، والإيثيلية والبروبيلية والبروبيلية والبيوتيلية methyl, ethyl, propyl & butyl وتأثيرها الأكبر هو على الفطر والخميرة وأقل على البكتيريا خاصة تلك السالبة لصبغة جرام. وتأثيرها يزداد مع زيادة طول السلسلة فالميثايل

أقلها والبيوتايل أكثرها تأثيراً ولكن ذوبانها له علاقة عكسية بطول السلسلة ولذا قد يستعمل اثنان منها أو أكثر في نفس المنتج أو مع مضادات كائنات دقيقة أخرى كبنزوات الصوديوم وتأثيرها ضعيف تحت رقم جيد ٧,٠.

وتستخدم هذه المركبات مع المشروبات الغازية وغير الكحولية وقد يستخدمها صناع البيرة لمنع التخمر الثاني بدلاً من الترشيح الدقيق millipore filtration أو البسترة. ولاتستخدم في الخبز لأنها تؤثر على الخميرة ولكنها تستخدم مع منتجات خبيز أخرى وتصلح لحفظ كعكة الفواكه وتستخدم مع الكريمات والعجائن pastes ومنتجات الفواكه ومستخلصات النكهة والمخللات والزيتون والمربات والجيلي والمحفوظات المحلاه صناعياً بنسبة تتراوح مابين ٠,٠٣ - ٠,٦٪ بالوزن.
(Van Nostrand)

◈ حمض البروبيونيك وأملاحه: تستخدم أملاح الكالسيوم والصوديوم لأنها أكثر تأثيراً على الفطر من بنزوات الصوديوم أما تأثيرها على الخميرة فمعدوم أو بسيط وهي ذات تأثير معروف على *Bacillus mesentericus* وتأثيرها يكون على رقم جيد ٥ أو أعلا قليلاً. وأيضها في الإنسان يشابه أيض الأحماض الدهنية الأخرى. وفي محلول ٨٪ من حمض البردبيونيك يمكن غمس جبن الشيدر فيزيد عمرها بمقدار ٤ - ٥ مرات ومع الجبن المعامل processed ومنتجات الجبن الأخرى يمكن إضافتها قبل أو مع أملاح الإستحلاب. وإذا إحتواها ورق تغليف الزبد (البارشمنت) فإنه يحميها. وفي الخبز تزيد من عمره دون ظهور الفطر لمدة ثمانية أيام أو أكثر على أرقام جيد حتى ٦ بإستخدام ملح الكالسيوم أما في الكيك والخبز غير المرتفع فيستخدم ملح الصوديوم. (Van Nostrand)

◈ حمض الخليك والخلات: فحمض الخليك أو الخل يعمل هو وأملاحه للكالسيوم والبوتاسيوم والصوديوم وكذلك ثاني خلات الصوديوم sodium diacetate كمضادات للكائنات الدقيقة.

وفي الولايات المتحدة فإن الخل يجب أن ألا يحتوي على أقل من ٤ جم حمض خليك في كل ١٠٠ ملليمتر ويعمل حمض الخليك وخلات الكالسيوم بنشاط ضد الخميرة والبكتريا ولدرجة أقل ضد الفطر. أما ثاني الخلات فهي مؤثرة ضد مكونات الحبال rope والفطر في الخبز. ويزيد تأثير حمض الخليك وأملاحه بإنخفاض رقم جيد. ولكن رقم ج يد الأمثل يختلف بإختلاف المنتج والكائن الدقيق وهو عموماً يقع مابين جيد ٣,٥ - ٥,٥ وهي ذات تأثير خاص على:

Salmonella aertrycke, Staphylococcus aureus, Phytomonas phaseoli, Bacillus cereus, B. mesentericus, Saccharomyces cerevisiae , Aspergillus niger

ولايؤثر حمض الخليك تأثيراً نافعاً في الخبز إلا في مستويات تجعل له طعماً حامضياً. ولكن يمكن إستخدام ثاني الخلات مع الخبز للحد من مكونات الحبال rope والفطر. ويستخدم بنسبة ٠,٤ جزء لكل ١٠٠ جزء من الدقيق ولكن يحل محلها الآن البروبيونات. ويستخدم الخل أو حمض الخليك في بعض المنتجات لطعمه الحامضي بجانب تأثيره

على الكائنات الدقيقة كما فى الكاتشب والمايونيز والمخلل وصلصة السلطة salad dressing وغيرها. وبدرجة قليلة تستخدم هذه المنتجات أيضاً مع الشراب syrups والمركزات والجبن، وفى معالجة ورق البارشمنت المستخدم فى تغليف بعض المنتجات كالزبد لتثبيط الفطر. (Van Nostrand)

◈ حمض السوربيك والسوربات : حمض السوربيك وسوربات البوتاسيوم والصوديوم تؤثر على الفطر وبدرجة أقل على البكتريا وهى قد تضاف للمنتج الغذائى مباشرة أو ترش أو يغمس المنتج فى محلولها أو تستخدم فى الغطاء coating. وتعمل على أرقام جيد حتى ٦,٥ أى فى أرقام أعلا من حالة البروبيونات ولكن أقل من البارابينات وأيضها أيضاً فى الإنسان يشابه أيض الأحماض الدهنية. ولاتستخدم مع المنتجات التى تخمرها الخميرة وتستخدم مع شراب الشيكولاتة chocolate syrup وقد تستخدم مع ثانى أكسيد الكبريت لتثبيط البكتريا غير المرغوبة. كما تستخدم مع الجيلى والمربى والمحفوظات المحلاه صناعياً وفى المخلل وما يشابهه، وفى المرجرين غير المملح وفى منتجات الأسماك المملحة والمجففة، وأكل حيوانات التدليل ذات الرطوبة المتوسطة semi-moist pet foods وفى السجق المجفف (الأغلفة) وفى فطائر الفاكهة المعدة للتحميص fruit-filled toaster pastries وفى الجبن ومنتجاته بالغمس أو الرش. وقد توجد السوربات فى مواد اللف wrappers. (Van Nostrand)

◈ ثانى أكسيد الكبريت والكبريتيتات: يرجع إستخدام غاز ثانى أكسيد الكبريت الناتج من حرق الكبريت إلى قدماء المصريين والرومان فى صناعة النبيذ. ويتأثر تأثير الغاز بظروف رقم جيد المنتج. ومعظم البكتريا تثبط بحمض الكبريتوز يد كب أ٢ بتركيزات تبلغ ٢٠٠ جزء فى المليون أو أقل. وفى معظم الأحيان تثبط الخميرة أيضاً. ولكن هناك سلالات من الفطر تزداد مقاومتها كثيراً. ولكن يلاحظ أن ملح الكبريتيت يميل إلى ألا يكون ثابتاً ويتأكسد أثناء فترات التخزين الطويلة مما يقلل من إتاحة كب أ٢ ويزداد هذا الفعل فى وجود الرطوبة وأمثل رقم جيد هو ٢,٥ - ٣ أما على رقم جيد ٧ فلاتأثير لها حتى بتركيز ١٠٠٠ جزء فى المليون ويعتقد أن على أرقام جيد مرتفعة يصبح إختراق جدر الخلايا صعباً. ويتأثر طعم الأغذية إذا زادت نسبة كب أ٢ على ٥٠٠ جزء فى المليون. وكلما زادت نسبة السكر فى عصائر الفاكهة ومحاليل السكر syrups والمركزات والهريس puree كلما إحتاج الأمر إلى زيادة نسبة كب أ٢ لمدى يتراوح مابين ٣٥٠ - ٦٠٠ جزء فى المليون وربما إحتاج الأمر إلى خفض رقم جيد. وتعرض الفاكهة المعدة للتجفيف لغاز كب أ٢ لزيادة حياتها الطازجة وأحسن درجات حرارة هى ٤٣ - ٤٩°م. أما الخضروات فتغمس فى محاليل كبريتات متعادلة أو بيكبريتات فالجزر والبطاطس يغمسان فى محاليل تركيزاتها ٢٠٠ - ٢٥٥ جزء فى المليون والكرنب فى محلول تركيزه ٧٥٠ - ١٠٠٠ جزء فى المليون. وفى حالة بعض الفواكه فإن محاولة الغمس يكون تركيزه:

جزء في المليون

٢٠٠٠	للمشمش والخوخ والنكتارين
٨٠٠ – ١٥٠٠	للزبيب
١٠٠٠	للكمثرى
٨٠٠	للتفاح

وإذا كانت الفاكهة ستعلب فيجب ألايزيد كب أ٢ المتبقى عن ٢٠,٠ جزء فى المليون حتى لايتكون كبريتيد أسود فى العلبة نتيجة تصاعد كبريتيد الأيدروجين.

ولاتسمح كثير من البلاد بإستخدام كب أ٢ أو أملاح الكبريتيت مع اللحوم واللحوم المعاملة ومنتجات الأسماك أو الخضر أو الفواكه الطازجة، ولكن إذا أستخدمت فإنها تمنع تكون البقعة السوداء black spot فى الجمبرى. ومن أهم إستخدامات الكبريتيتات هو فى عمل النبيذ لتطهير الأجهزة وقبل التخمر فإن عصائر العنب قبل التخمر grape musts تعامل بها لتثبيط نمو الكائنات الدقيقة الموجودة طبيعياً وذلك قبل إضافة المزراع النقية المناسبة لعمل النبيذ. وأثناء التخمر يعمل كب أ٢ كمضاد للأكسدة وكمروق وكعامل إذابة، وكثيراً مايستخدم كب أ٢ بعد التخمر لمنع أى تغيرات غير مرغوبة بواسطة كائنات دقيقة مختلفة. ومستويات كب أ٢ أثناء التخمر تتراوح مابين ٥٠ – ١٠٠ جزء فى المليون تبعاً لحالة العنب ودرجة الحرارة ورقم جيد وتركيز السكر . وفى صناعة النبيذ قد يستخدم كب أ٢ ذائباً فى الماء أو مبخراً vaporized أو كأملاح كبريتيت. ومستوى إستخدامه بعد التخمر على ٥٠ – ٧٥ جزء فى المليون يمنع الفساد البكتيرى أثناء التخزين بحجم كبير bulk storage بعد التخمر. (Van Nostrand)

◈ النترات والنتريت: تستخدم نترات ونتريت الصوديوم والبوتاسيوم فى معالجة cure وحفظ preserve وإعطاء نكهة خاصة لكل من منتجات اللحوم كالباكون والبولوبيف corned beef والهام ham وكثير من أنواع السجق ولكن ذكر بعض الباحثين أن النيتروزو- بيروليدين -N nitrosopyrolidine يتكون فى الباكون أثناء إعداده للإستهلاك خاصة فى الدهن. ووجه النظر إلى أن إستخدام النترات والنتريت قد يكون له صلة بزيادة خطر المسرطنات فى اللحوم المعاملة بها. خاصة وأن ميكانيزم تكوين النتروزامينات تحت ظروف معينة من الطبخ cooking غير معروفة.
(Van Nostrand)

ب- مواد مضادة للأكسدة antioxidants

مضاد الأكسدة عادة مادة عضوية تضاف إلى مختلف المواد مثل المطاط والزيوت والدهون ومنتجات الأغذية والبترول وزيوت التشحيم بغرض تأخير الأكسدة (التفاعل مع الأكسجين) ومايصاحبها من تدهور مثل الترنخ وتكوين الصموغ وقصر عمر الرف وغيرها. وهناك عدد من المواد الموجودة فى الأغذية طبيعياً تعمل كمواد مضادة للأكسدة ومنها فيتامين ج (حمض الأسكوربيك)، فيتامين ى (التوكوفيرولات)، الفلافونويدات الحيوية bioflavonoids وفيتامين أ والكاروتين (أنظر كل على حدة).
(Ensminger, McGraw-Hill Enc.)

وعند إستخدام مضادات الأكسدة في الأغذية فإن نسب إستخدامها تخضع لمراقبة وضبط دقيقين وربما لاتزيد عن جزء من ١٪. وفي إختيار مضاد الأكسدة المستخدم يراعى تركيب المادة الغذائية - مادة التفاعل substrate وظروف معاملة الغذاء والشوائب الموجودة وعمر الرف المرغوب. وتتلخص الخواص المرغوبة في مضاد الأكسدة في: ١- كفاءتها في تركيزات صغيرة. ٢- إنسجام/تناغم compatibility مع مادة التفاعل (المادة الغذائية). ٣- ألا تكون سامة. ٤- ثباتها في ظروف معاملة وتخزين الغذاء مثل درجة الحرارة والإشعاع ورقم جيد وغيرها. ٥- عدم تطايرها أو إستخلاصها في ظروف إستخدامها. ٦- سهولة وأمان تداولها. ٧- خلوها من من أى روائح أو نكهات أو ألوان غير مرغوبة قد تؤثر على أو تنتقل إلى import المنتجات الغذائية. ٨- كفاءتها من حيث تكاليف الإستخدام. (Van Nostrand)

ميكانيزم الأكسدة الذاتية

mechanism of autoxidation

إن تفاعل الأيدروكربونات ومشتقاتها المؤكسدة مع الأكسجين على درجات الحرارة المنخفضة يلخصها التفاعلات:

١- ريد + أ٢ ← ر* + يد أ٢

٢- ر* + أ٢ ← ر أ أ*

٣- ر أ أ* + ريد ← ر أ أ يد + ر*

وربما كان التفاعل ١ غير مؤكد ولكن عموماً ينتج شقوق الكايل alkyl radicals (ر* R^*) ويحدث التفاعل عند الرابطة ك-يد C-H الأكثر عدم ثبات labile ولكن هناك براهين أن التفاعلين ٢ ، ٣ يحدثان فيتولد الشق الحر ر* free R* radical بواسطة التفاعل ٣ ويكرر الدورة ٢ ، ٣ إلى مالا نهاية مما يحدث تفاعلات سلسلة chain reactions والشق البيروكسى ر أ أ* وكذلك الشق الأيدروبيروكسى ر أ أ يد قد يحدث معها تفاعل بحيث تعطى منتجات مؤكسدة أكثر ثباتاً وهذه قد تكون كحولات أو الدهيدات أو كيتونات أو أحماض أو إسترات. وعمل مضاد الأكسدة هو أن يكون طريقاً بديلاً للأكسدة لا تتأكسد فيه مادة التفاعل وبذا فهو ينهدم ولايعمل بصفة لانهائية. ووقت الأكسدة الذاتية يتم عند مرحلة الشق البيروكسى حيث أن كفاءة المثبط مستقلة عن تركيز الأكسجين الجزئى فعملية الأكسدة المثبطة تأخذ مكان التفاعلين ١ ، ٢ ويتلوهما التفاعل ٤ بدلاً من التفاعل ٣.

٤- ر أ أ* + مثبط ← شق مثبت stabilized وناتج ثابت والشق ر* الذى يكمل السلسلة لايتولد طالما كان هناك مضاد أكسدة.

(McGraw-Hill Enc.)

والخواص الحرجة لتثبيط الأكسدة هى: (أ) قابلية التفاعل النسبية relative reactivity لكل من مضاد الأكسدة ومادة التفاعل تجاه الشق البيروكسى. (ب) ثبات الناتج المبدئى لتفاعل الشق مع مضاد الأكسدة. (ج) عدد الشقوق radicals التى يمكن لكمية معينة من المثبط أن تتفاعل معه. و أ، ب تحددان كفاءة التثبيط بينما ج طول مدة فعالية مقدار معين من مضاد الأكسدة.

(McGraw-Hill Enc.)

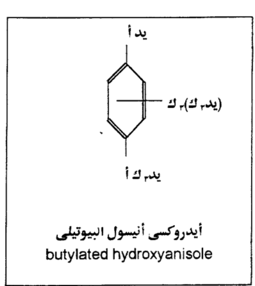
وكثير من المواد الغذائية تحتوى مضادات أكسدة ووجودها يؤخر عملية الأكسدة الذاتية autoxidation بما يعرف بإسم فترة التحضين induction period حيث يكون معدل إمتصاص الأكسجين منخفضاً جداً بل قد لايلاحظ ولكن بعد نفاذ المثبط/مضاد الأكسدة فإن معدل الأكسدة يرتفع بسرعة إلى مستوى ثابت. ويستخدم طول فترة التحضين كمقياس لكفاءة مضاد الأكسدة. ومن المواد الغذائية التى تحتوى على مضادات أكسدة: التوابل مثل اسفاقس sage، قرنفل cloves والسمسق oregano واكليل الجبل rosemary والزعتر thym وغيرها وكذلك زيوت البذرة الخام خاصة زيت جنين القمح.
(McGraw-Hill Enc.)

وإستخدام مخلوط من مضادين للأكسدة يؤدى إلى ظاهرة التعاضد/التآزر synergism وربما كان أكبر تأثير يحدث عندما يكون أحد هذين المضادين بحيث يعمل على كسر/هدم decompose البيروكسيدات (مثل الكبريتيدات sulfides والبروبيونات الثنائية الكبريتية thiodipropionates) والثانى من نوع مايكسر السلسلة chain-breaking / كاسحات الشقوق الحرة free-radical scavengers / المثبطات inhibitors مثل فينولات وأمينات hindered phenols, amines بحيث يكملوا عمل بعضهما البعض. (Van Nostrand)

ومن المواد التى تحدث تأثيراً تعاضديا/تآزريا خالبات المعادن metal chelators مثل حمض الستريك والفوسفوريك اللذان يخلبان المعادن المساعدة على الأكسدة prooxidants مثل الحديد والنحاس والنيكل والقصدير، وكذلك المواد التى تمتص الضوء فوق البنفسجى مثل اسود الكربون carbon black ومشتقات البنزوفينولات والساليسيلات وغير ذلك وكذلك حمض الأسكوربيك. وبعض هذه المواد قد لاتظهر تأثيراً مضاداً للأكسدة إذا ما أستخدمت وحدها.
(Van Nostrand)

بعض المواد الكيماوية المستخدمة كمضادات أكسدة:

◈ أيدروكسى أنيسول البيوتيلى BHA



أيدروكسى أنيسول البيوتيلى
butylated hydroxyanisole

الوزن الجزيئى ١٨٠,٢٤ وهو صلب شمعى ينصهر على ٤٨ – ٥٥°م ويغلى على ٢٦٤ – ٢٧٠°م. لايذوب فى الماء ولكن يذوب فى البترول الايثيرى وفى ٥٠٪ كحول وفى جليكول البروبيلين وفى الكحولات وفى الدهون والزيوت. ويظهر تأثيراً تعاضدياً مع الأحماض ايدروكسى توليوين البيوتيلى وجالات البروبايل والأيدروكينون

والمثيونين والليسيثين وثنائى حمض البروبيونيك الكبريتى thiodipropionic acid ويستخـــــدم كمضاد أكسدة فى الأغذية. (Merck)

◈ أيدروكس توليوين البيوتيلى BHT

يد أ
(يدمك)م ك
ك (ك يدم)م
يدم ك

أيدروكسى توليوين البيوتيلى
butylated hydroxytoluene

الوزن الجزيئى ٢٢٠,٣٤ عبارة عن بلورات تنصـهر علـى ٧٠°م وتغلـى علـى ٢٦٥°م ونقطـة الوميـض ١٢٧°م ولايذوب فى الماء ولكن يذوب بسهولة فى التوليويـن ويـذوب فـى الميثـانول والإيثـانول والأيزوبروبانول وكيتون الميثيل إيثيل والأسيتون والبترول الأيثيرى والبنزين ومعظم المذيبات الايدروكربونية ويذوب أحسن من أيدروكسى أنيسول البيوتيلى فى الزيوت والدهون وله ذوبان جيد فى زيت بذر الكتان ويستخدم كمضاد للأكسدة فى الأغذية والعلف ونواتج البترول والمطاط الصناعى واللدائن والزيوت النباتية والحيوانية والصابون.
(Merck)

◈ جالات البروبايل

يد أ
أ يد
يد أ
يدمكمأمك

جالات البروبايل
propyl galate

الوزن الجزيئى ٢١٢,٢ وعبارة عن بلورات تنصهر على ١٥٠°م وذوبانها فى الماء عند ٢٥°م = ٠,٣٥ جم / ١٠٠مل وفى الكحول = ١٠٣ جم/١٠٠مل وفى الأيثير ٨٣جم/١٠٠جم وفى زيت بذرة القطن على ٣٠°م = ١,٢٣جم / ١٠٠جم وفى دهن الخنزير على ٤٥°م = ١,١٤جم/١٠٠جم. ويغمق فى وجود الحديد وأملاحه ويعمل كمعضد/مآزر synergist مع كل من أيدروكسى أنيسول البيوتيلى وأيدروكسى توليوين البيوتيلى وهى تستخدم كمضاد للأكسدة فى الأغذية والدهون والزيوت والايثيرات والمستحلبات والشموع وغيرها.
(Merck)

ويعتقد أن عمل مضادات الأكسدة يتم كمايلى:

٥- ر أ أ* + ثب يد ⇌ ر أ أ يد + ثب*

٦- ثب* + ر أ أ* ← ثب أ أ ر

حيث: ثب = مثبط

الحفظ الحيوى للأغذية بإستخدام النواتج الأيضية لبكتريا حامض اللاكتيك

أشتد طلب المستهلك خلال العقد الأخير فى الحصول على الغذاء الصحى الطبيعى (natural-green). ولتحقيق هذا الهدف فإن صناع الغذاء بدؤا بإمداد الأسواق بأغذية تعرضت لأقل المعاملات التصنيعية وتحتوى على أقل مستويات المواد الحافظة وتخزن على درجة حرارة الثلاجة وبذلك فإذا تحفظ بالمظهر الطازج. بالرغم من ذلك فإن الكائنات الحية الممرضة الناشئة (emerging pathogens) وبالذات المحبة للبرودة منها ليست فقط قادرة على البقاء على درجات الحرارة المنخفضة ولكن أيضاً بالتكاثر الأمر الذى يجعل الغذاء غير آمن. ومنذ بداية الثمانينات ظهر العديد من حالات التسمم الغذائى والتى سببتها بكتيريا *Salmonella* sp. (*S. typhimurium, S. infantis, S. entreritidis*)، *Escherichia coli* O157:H7، *Listeria monocytogenes*، *Yersinia enterocolitica*. الأمر الذى أظهر مدى أهمية المحافظة على سلامة الغذاء فى كل مراحله (التداول الجيد، الطهى فى المنزل أو فى مصانع التصنيع، خصائص التخزين المتاحة داخل الأسواق).

أمام هذا الإهتمام فإن مجالات البحث العلمى قد إتجهت نحو إستنباط طرق جديدة فعالة لحفظ الغذاء بطرق بيولوجية. عادة ماينظر المستهلك إلى الأغذية المحتوية على بادئات الكائنات الدقيقة ونواتجها الأيضية على أنها أغذية طبيعية وصحية ومفيدة، ولهذا أعتبرت عائلة بكتيريا حمض اللاكتيك بأنشطتها المضادة النموذج الأمثل لتحقيق مثل هذا الهدف.

وبكتيريا حمض اللاكتيك عرفت منذ زمن بما لها من أهمية تصنيعية لقدرتها التخمرية وكذلك لفوائدها الصحية والغذائية. لهذا الآن فإن هذه الكائنات الدقيقة المقبولة غذائياً (food grade) والتى أعتبرت آمنة صحياً بوجه عام GRAS (generally recognized as a safe).

ونواتجها الأيضية أعطت آفاقاً جديدة من التطبيق نحو زيادة سلامة الأغذية وتشمل مثل هذه التطبيقات. أ) إضافة مزارع بكتيرية لها مقدرة على النمو السريع أو إفراز المواد المضادة. ب) إضافة النواتج الأيضية المضادة المنقاه مباشرة. ج) إضافة مركزات التخمر المحتوية على النواتج الأيضية المضادة. د) إضافة أنواع محبة للحرارة المتوسطة (mesophilic) للحماية ضد التخزين على حرارة سيئة فيما يعرف بنقص السلامة (fail-safe).

أثناء عملية التخمر فإن بكتيريا حمض اللاكتيك تسيد وسط النمو عن طريق إستهلاك الكربوهيدرات وخفض الحموضة نتيجة لإنتاج الأحماض (أساساً حمض اللاكتيك والخليك).

وفوق أكسيد الهيدروجين أيضاً قد يكون كنتيجة لوجود الأكسجين عن طريق نظم: أكسيداز الفلافوبروتين flavoprotein oxidase، بيروكسيداز نك أ.ثنا.نو.يد NADH peroxidase، ثنائى أسيتيل (diacetyl) كأحد مركبات النكهة تتكون خلال أيض السترات له تأثير متآزر مضاد

للكائنات الدقيقة (synergistic) مع عوامل التضاد الأخرى.

وحديثاً ظهر إكتشاف جديد، حيث تستطيع *Lactobacillus reuteri* فى إنتاج مادة مثبطة لها مدى تأثير واسع تعرف بالرويترين β- أيدروكسى بروبانالدهيد (β-hydroxypropanaldehyde) reuterin تثبط البكتريا السالبة والموجبة لجرام والفطريات والخمائر والبروتوزوا. وهى تنتج أثناء التخمر اللاهوائى للجليسرول.

بالإضافة إلى هذه المضادات البكتيرية الغير ببتيدية تنتج بكتريا حمض اللاكتيك مضادات حيوية بروتينية تعرف بالبكتيريوسين (bacteriocin) وهى عبارة عن ببتيدات أو أساساً تركيبها الأساسى هو البروتين لها تأثير حيوى مضاد يعمل ضد الميكروبات القريبة فى التقسيم ورغم ذلك فإن هناك أنواع من البكتريوسينات لها أثر تثبيطى يتخطى الأنواع القريبة وهى تنتج كإحدى النواتج الأولية أو الثانوية أثناء النمو وهى تتكسر بواسطة الإنزيمات المحللة للبروتين (proteases). النيسين (Nisin or Nisaplin TM) هو من أكثر الأنواع المعروفة والمستخدمة لحفظ الأغذية فى مختلف دول العالم.

إستجابة للدور الفعال لمواد الحفظ الحيوى المنتجة بواسطة بكتيريا حمض اللاكتيك وزيادة مقاومة الكائنات الدقيقة المرضية لمواد الحفظ الكيماوية المتداولة بالإضافة لوضع إستراتيجية عامة لتقليل مستويات هذه المواد فى الأغذية. فإن دراسات مكثفة تجرى حالياً لإكتشاف أنواع جديدة من هذه المضادات الحيوية ولإدخال شفرتها الوراثية للبادئات أو لإجراء التعديلات الوراثية بإستخدام تكنولوجيا د.أ.ر.ن معاد الاتحاد (recombinant DNA) على تراكيبها بهدف رفع كفاءة التثبيط فى أنظمة الغذاء المختلفة.

(محمد جمال الدين الزينى)

حفظ الجودة بالإشعاع radurization

معاملة بمستويات منخفضة من الإشعاع بغرض تحسين خصائص الحفظ الجيد keeping qualities للأغذية عن طريق خفض عدد الكائنات الحية المسببة للفساد. (Academic)

خصائص الحفظ الجيد keeping qualities

هى الخصائص التى تسمح لغذاء ما بأن يحتفظ بحالته الجيدة لمدة ما دون أن يفسد وهى تعتمد على: ١- حالة المادة الغذائية. ٢- عدم وجود جروح أو هتك لأنسجتها. ٣- مدى تلوثها بالكائنات الدقيقة التى تعرضها للفساد. ٤- العوامل الداخلية التى تسمح بحفظ المادة الغذائية كوجود مضادات أو مساعدات الأكسدة. ٥- العوامل الخارجية كدرجة الحرارة والضوء والدهن.

(عثمان Osman)

محفوظات preserves

فى هذه المنتجات الغذائية تستخدم الفاكهة الكاملة أو أجزاء كبيرة منها وهى تشبه المربى (أنظر: مربى ، بكتين، جيلى). (Ensminger)

والشراب عادة سميك وشفاف transparent.

(Stobart)

محفوظ بالملح/فى الملح corned

كلمة محفوظ فى الملح/بالملح corned تأتى من إستخدام حبيبات الملح الخشن "corns" فى معالجة قطعيات من لحم البقر (أنظر) وربما مع سكر وبعض التوابل ونتريت ونترات إما فى محلول أو مخلوط جاف وإما أن تضغط أولاً تضغط وكثيراً مايجرى غليانها. (Stobart)

وكثيراً مايعرف هذا المنتج بإسم البولوبيف bully beef فى بريطانيا وأصلها من الفرنسية bouilli بمعنى يغلى boiled.

الإحتفاظية hysteresis

فى الطبيعة: الإحتفاظية هى توقف dependence حالة نظام ما على تاريخه السابق عادة على شكل تأخر lagging تأثر فيزيقى عن ما يسببه. (McGraw-Hill Dic.)

أنظر: نشاط الماء.

حق

حقيقة fact

شىء موجود حقيقة أو معروف وجوده أو حقيقة وقت بالملاحظة أو بالتجربة أو شىء معروف أنه حدث. (Random House)

يقول الشيخ الشعراوى: كل لفظ له معنى ولكنه معنى مقرر فإذا أدخل فى جملة يصبح هناك "إسناد" فمثلاً محمد كريم فمحمد وكريم كلاهما لفظ مفرد ومعاً يكونان جملة "تركيبية" ولكن هل الإسناد هنا مجزوم به أو غير مجزوم به. فهل محمد كريم أم لا.

(أ) فإذا كان غير مجزوم به فهناك ثلاث حالات:

١- يتساوى الإثبات والنفى فهذا يسمى شك.

٢- يرجع الإثبات النفى (أى راجحة) فهذا يسمى ظن.

٣- يرجح النفى الإثبات (أى مرجوحة) فهذا يسمى وهم.

(ب) والإسناد أو النسبة والمجزوم به ثلاث حالات أيضاً:

٤- أن يكون المجزوم به/بها ليس هو الواقع فهذا هو الجهل فإن الجهل ليس ألا تعلم بل تعلم خطأ/عكس الواقع.

٥- أن يكون الإسناد/النسبة مجزوماً به و (واقعاً) ولكن ليس عليه دليل (أى لايستطيع الشخص أن يقيم عليه الدليل) فهذا هو التقليد.

٦- أن يكون المجزوم به أى الإسناد/النسبة واقعاً وعليه دليل فهذا هو العلم.

والحقائق إما كونية أو قرآنية.

والحقيقة الكونية تكون قد أثبتت وقام عليها دليل فأصبحت علماً.

والحقيقة القرآنية هى ماورد فى القرآن الكريم.

والحقيقة الكونية والحقيقة القرآنية لاتصطدمان لأن خالق الكون هو قائل/منزل القرآن.

وماقد يبدو لنا إصطداماً يحدث نتيجة:

إما (أ) أن ماقد يسمى حقيقة كونية لايكون حقيقة كونية بل فقط نظرية لم تثبت صحتها ولم يقم عليها دليل (قاطع).أو (ب) أن الفهم البشرى للحقيقة القرآنية لايكون صحيحاً بل هو فهم خاطىء.

وعلى ذلك فيجب ألا يربط إلا بين الحقيقة الكونية الثابتة والتى عليها دليل (أى تكون جزءا من العلم) والقرآن الكريم. وألا يربط بين أى من النسب الخمس الأخرى (الشك، الظن، الوهم ، الجهل، التقليد) وبين القرآن الكريم.

(خواطر الشيخ الشعراوى حول القرآن الكريم – الشريط الأول – الوجه الثانى)

inject **حقن**

(Academic, McGraw-Hill Dic.)

تشكيل بالحقن injection molding

تشكيل المعادن أو اللدائن أو غيرها بحقن كميات معينة تحت ضغط من أسطوانة مسخنة بواسطة قادح plunger فى قالب mold مبرد مائياً.

حك

friction **احتكاك**

(McGraw-Hill Dic.)

الإحتكاك قوة تعاكس الحركة النسبية لجسمين حيثما تحدث هذه الحركة أو حيثما توجد قوى تعمل على إحداث هذه الحركة.

حكم

precision **أحكام**

(McGraw-Hill Dic.)

هى الخاصية quality التى تسمح بالتعريف أو التعيين/التقرير state بالضبط بوضوح/بصحة/بدقة exactly or sharply.

(McGraw-Hill Dic.)

to milk **حَلَب**

milking **حلب**

milking **حلبة**

milk **حِلاب/حليب/لبن**

milking machine **حلابة/آلة حليب**

أنظر: لبن ومنتجاته

to emulsify	إستحلب
emulsification	إستحلاب
emulsifying machine	آلة إستحلاب
emulsion inhibitor	مثبط الاستحلاب
emulsifying efficiency/power	كفاءة الاستحلاب
emulsifier/emulsifying agent	مستحلب/عامل استحلاب

أنظر: مستحلب emulsion

emulsion **مستحلب**

المستحلب هو تشتت dispersion لسائل فى سائل آخر لايختلط به immiscible.

ولما كانت معظم المستحلبات تحتوى ماء فى أحد الأطوار phases فإن المستحلبات تقسم عادة إلى نوعين:

أ- زيت فى ماء (ز/م oil in water (O/W

ب- ماء فى زيت (م/ز water in oil (W/O

والأول يتكون من قطيرات من الزيت مشتتة dispersed في الماء والثاني تعكس فيه الأطوار phases.

والسائل المستمر continuous liquid يشار إليه بأنه وسط التشتت dispersion medium والسائل الذي هو على هيئة قطيرات يسمى الطور المشتت disperse phase.

وسائلان نقيان لايمكن أن يكونا مستحلباً ثابتاً وللحصول على الثبات يستخدم مكون ثالث يسمى عامل إستحلاب/مستحلِب / emulsifying agent emulsifier وهذا عادة يخفض من التوتر السطحي بين الطورين two phases.
(McGraw-Hill Enc.)

ومن الأغذية التي هي عبارة عن مستحلبات: دهون التنعيم shortening ، المرجرين والمايونيز واللبن المجنس. وأهم عامل في إنتاج مستحلب ثابت بإستمرار هو خلط المكونات ببطء شديد.
(Ensminger)

خواص المستحلبات

عادة يمكن التعرف على نوع المستحلب بالخواص الآتية: ١- التوصيل الكهربي لمستحلب زيت في ماء أكبر بكثير عنه في مستحلب ماء في زيت.
٢- أن صبغة تذوب في الماء مثل البرتقال الميثيلي methyl orange تلون مستحلب زيت في ماء بسهولة ولكن لاتلون مستحلب ماء في زيت.
٣- يختلط المستحلب تماماً مع زيادة من الطور المستمر continuous phase عند إضافته على صورة نقية.

تحضير المستحلب

يمكن تحضير المستحلب بهز السائلين معاً أو بإضافة أحدهما للآخر قطرة قطرة مع التقليب مثل التقليب بإستخدام إشعاعات الأمواج فوق الصوتية بشدة. وفي الصناعة يتم الإستحلاب بإستخدام آلات إستحلاب emulsifying machine وفي أحدها فإن مخلوطا من سائلين يحتويان عامل إستحلاب emulsifier/emulsifying agent يدفعان خلال فوهة ضيقة بسرعة بين حلقة تدور rotor وحلقة ثابتة stator ولكن في تحضير المستحلبات يجب مراعاة أنها حساسة للتغيرات في طبيعة التقليب ونوع وكمية المستحلِب وتغيرات درجة الحرارة. (McGraw-Hill Enc.)

ومن عوامل الإستحلاب المستخدمة كثيراً في الأغذية الكازين والجيلاتين والمستردة والبابريكا والبكتين والنشا. (Ensminger)

واستيارات الجليسرول الأحادية والجليسريدات الأحادية والثنائية وصفار البيض والألبيومين والألجينات والليسيثين والكاراحينات ومن مزاياها: ١- الإحتفاظ بالتجانس. ٢- يمكن إستخدام الدهن بطريقة إقتصادية أكبر. ٣- تحسين تجانس الحجم improved volume uniformity.
٤- تحسين خواص الخفق whipping properties. ٥- تحسين خواص الحفظ keeping qualities.

وتستخدم المستحلبات مع الأغذية المخبوزة وخلطات الكيك ومنتجات الحلوى confectionery والعقبةالمجمدة والجيلاتي

والمرجرين وصلصات السلطة وغيرها وكثيراً مالايفرق بين المستحلِب والمثبت stabilizer.
ومن الأملاح المستحلبة emulsifying salts سترات الصوديوم وفوسفاته والطرطرات وتستخدم فى تصنيع الجبن واللبن المبخر evaporated ومسحوق اللبن وهى قد تعمل كعوامل خلب.
(Ensminger)

وتعمل البروتينات فى تثبيت مستحلب المايونيز وصلصات السلطة وغيرها عن طريق تكوين طبقة حامية protective coating من البروتين حول كل قطيرة من الطور المشتت disperse phase.
وتثبت الغرويات المائية hydrophilic colloids (المحبة للماء) مثل الصمغ العربى أو الجيلاتين مستحلِبات الماء فى الزيت بطريقة مماثلة.
(McGraw-Hill Enc.)

تكسير المستحلب

يمكن تكسير المستحلب بواسطة: ١- إضافة أيونات متعددة التكافؤ multivalent ions ذات شحنة عكس شحنة قطيرات المستحلب. ٢- كيماوياً (مثل إضافة أحماض للمستحلبات التى يثبتها الصابون). ٣- التجميد. ٤- التسخين. ٥- التعتيق (الزمن) aging. ٦- الطرد المركزى. ٧- إستخدام حقول كهربية مترددة عالية الجهد. ٨- المعاملة بموجات فوق صوتية منخفضة الشدة.
(McGraw-Hill Enc.)
٩- التقليب. ١٠- التخزين فى وعاء مفتوح.
(Ensminger)

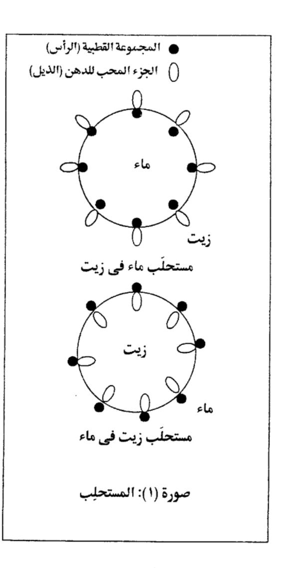
أنظر: ثبت ، مثبت stabilizer

المستحلبات العضوية organic emulsifiers

كما سبق ذكره فإن المستحلب تشتت لسائلين لايختلطان وهذا التشتت غير ثابت من وجهة نظر الديناميكا الحرارية. وتثبت هذه المستحلَبات بإستخدام مستحلِبات/عوامل إستحلاب تعمل على خفض التوتر السطحى و/أو تكوين حاجز فيزيقى physical (فعلى) أو كهربى ساكن electrostatic بين القطيرات لمنع الإندماج coalescence. وقد ذكر أعلاه بعض المواد التى تعمل فى إستحلاب الأغذية والموجودة فيها طبيعياً كالبروتينات والفوسفوليبيدات والسكريات العديدة والصموغ وغيرها. ثم بعد ذلك خلقت مستحلبات لتقابل إحتياجات معاملة وتصنيع الأغذية.

أنواع وتقسيم المستحلبات

يمكن تقسيم المستحلِبات إلى أربعة أنواع: ١- سالبة الأيون (س) anionic. ٢- موجبة الأيون (ج) cationic. ٣- ساجبة الأيون (سج) (حملقية) (amphoterric) zwitterionic. ٤- غير أيونية (غ) nonionic.
ويشترط فى المستحلِبات التى تستخدم فى الأغذية: ألا تكون سامة أو مسرطنة ولاتسبب أية حساسية.
والمستحلِبات مواد ذات نشاط سطحى نظراً لتركيبها amphipathic حيث بها مناطق محبة للدهن lipophilic أو كارهة للماء hydrophobic والتى تتوزع partition فى الطور الزيتى وكذلك مناطق محبة للماء hydrophilic أو قطبية polar والتى تتوزع نحو الطور المائى (صورة ١).



صورة (١): المستحلِب

وذوبانها في الماء أو الزيت يحدده توازن balance المجموعات المحبة للماء والمحبة للدهن في الجزيء. ولإمكان تحديد قيم لهذا التوازن يستخدم تدريج مابين ١ - ٢٠ تقريباً يسمى توازن الحب للماء-الحب للدهن (و.م.د HLB hydrophilic-lipophilic balance

والمستحلِبات المحبة للزيت لها قيم و.م.د منخفضة بينما المستحلِبات المحبة للماء تتميز بقيم و.م.د عالية وقية ٧ تبين إنتقال الطور من زيت إلى ماء. وتشجع المستحلبات ذات القيم أقل من ٦ مستحلبات الماء في الزيت بينما تشجع المستحلبات التي لها قيم أعلا من ٨ مستحلبات الزيت في الماء. والمستحلبات التي لها قيم مابين ٧ - ٩ تصلح كعوامل إبتلال/مبَلّلات. وأرقام و.م.د للمستحلبات ذات الشحنة تختلف بإختلاف رقم جيد والقوة الأيونية ionic strength ولايوجد هذا مع المستحلبات غير الأيونية.

وأهم مستحلب يوجد في الطبيعة هو الليسيثين والذي يتكون من فوسفوليبيدات الكولين والإيثانولامين والأينوسيتول مع جليسريدات ثلاثية ومركبات دهنية أخرى. ومعظم الليسيثين في التجارة يحضر من فول الصويا لأن الزيت الخام يحتوي على ٢,٥ - ٣,٥٪ فيضاف ١ - ٣٪ ماء لتتميأ الفوسفوليبيدات ثم يجري طرد مركزي لإزالة المادة المميأة وتوجد الفوسفوليبيدات في الطور المائي وتستعاد الفوسفوليبيدات من هذا الطور وتباع كليسيثين لإستخدامها في الأغذية أو تضاف إلى الجريش/الكعكة لتستخدم كعلف حيواني. ولون الليسيثين المحضر بني ولكن يمكن تبييضه بإستخدام يد٢أ٢. ويختلف تركيب الليسيثين بإختلاف طريقة الإستخلاص ولكن بالتجزيء بواسطة الإيثانول يحصل على جزء ذائب يحتوي فوسفاتيد ل كولين وله قيم و.م.د من ١٤ - ١٥ ويثبت مستحلبات الزيت في الماء والجزء غير الذائب في الماء يحتوي فوسفوليبيدات الإيثانولامين والإينوسيتول وله قيم و.م.د أكثر إنخفاضاً ويمكن إستخدامه في تثبيت مستحلبات الماء في الزيت. ويمكن تغيير خواص مستحضرات الليسيثين بتحويرها فالأسترة المتبادلة

transesterification مع حمض اللاكتيك تحسن من تثبيتها لمستحلّبات الزيت في الماء وإذا أستخدم إنزيم الفوسفوليباز phospholipase A أ في حلمأة الموقع ٢ (β بيتا) يعطي ليسيثين محلل lysolecithin تحسن من تثبيت مستحلبات الزيت في الماء.

ويحصل على نتائج أقل كفاءة إذا تمت الحلمأة حمضياً أو قلوياً، كما يوجد مستحضرات لليسيثين مأدركسلة hydroxylated ومسيلة fluidized ومركبة compounded ومغلية ومجزأة ومروقة ومحلمأة جزئياً أو معاملة بالإسيتيل/الخلات acetylated.

والجليسرول هو أساس حمض الفوسفاتيديك وكذلك فهو يعمل نفس العمل في المستحلبات المخلقة: الجليسريدات الأحادية والثنائية mono & diglycerides وهي لها قيم و.م.د منخفضة حيث أن الجليسرول هو الجزء الوحيد المحب للماء فيها ويمكن الحصول على قيم أعلا لـ و.م.د بتحوير مجموعة الجليسرول لزيادة الحب للماء hydrophilicity وأسترات الجليسرول مع أندريد السكسنيك غير المائي أو ثاني خلات الطرطريك (ث.خ.ط DATA) diacetyl tartaric ومع حمض اللاكتيك تعطي وظائف مختلفة في عائلة جزيئات هذه المستحلبات. كذلك يعمل كأساس في المستحلبات المخلقة عديد الجليسرول وحمض اللاكتيك وبروبيلين الجليكول والسوربيتان والسكروز ويتحكم في الوظيفة بتكوين أسترات مع الأحماض الدهنية.

وتحضر المستحلِبات المخلقة عادة بتكوين رابطة أستر بين جزء الأيدروكسيل في المجموعة الرئيسية مع مجموعة حمض كربوكسيلية في حمض دهني حر.

والجدول (١) يعطي ملخصاً عن بعض المستحلبات.

عمل المستحلِب

تثبت المستحلِبات المستحلَبات بخفض التوتر السطحي وبتكوين حاجز يمنع الإندماج كما سبق ذكره. وفي غيبة المستحلِب تنجذب القطيرات إلى بعضها البعض بواسطة قوى فان درفال van der Waals forces وسرعان ماتندمج وبذا تنتج قطيرة أكبر ذات مساحة سطح أصغر وكذلك طاقة بيسطحية interfacial energy أقل. ووجود المستحلِب عند السطح يخلق حاجز للطاقة يمكنه مقاومة تقارب القطيرات. وهذا يمكن تحقيقه في مستحلَبات الزيت في الماء بواسطة إتزان كهربي ساكن electrostatic أو إستيرى steric أو جسيمي particulate. والليسيثين ولاكتات الأسيتارويل وأسترات ثنائي خلات الطرطريك بها مجموعات محبة للماء ذات شحنة كهربية. وعندما تمتز فإن مجموعة المستحلب (الرأس) تجذب سحابة من الأيونات المضادة وتصبح محاطة بها. وينخفض إحتمال إندماج القطيرات حيث يحدث تسافر repulsion بين القطيرات التي تتقارب عندما تتداخل سحب الأيونات. ويمكن بواسطة نظرية د ل ف أ DLVO التي أفترضها Derjaguin, Landau, Verwey and Overbeek وسميت بأول حروف أسمائهم حساب الجهد المجتمع

combined potential لقوى الجذب van der Waals وقوى التسافر وإذا كان أقصى الجهد أكبر من الطاقة الحرارية thermal energy للقطيرات فإن المستحلب يكون ثابتا حركياً kinetically ضد الإندماج طالما لايقع تحت قوى حرارية أو طردية مركزية centrifugal من الخارج.

جدول (١): ملخص عن تركيب وخواص بعض المستحلبات

المستحلِب وقيمة و.د.م	النوع	الهيكل / التركيب الأساسي	مجموعات الاستبدال	التسمية
ليسيثين تختلف تبعاً للاستبدال	خليط: فو.ك : م ، سج فو.أ : د ، سج فو.أن : د ، س	أ ‖ ك يد$_{٢}$-أ-ك-ر$_{١}$ أ ‖ ك يد-أ-ك-ر$_{٢}$ أ ‖ ك يد$_{٢}$-أ-فو-أ-ر$_{٣}$ | -أ	ر$_{١}$، ر$_{٢}$ = سلسلة الكايل دهنية ر$_{٣}$ = كولين (فو.ك) ايثانولامين (فو.أ) أو اينوسيتول (فو.أن)	ليسيثين
جليسريدات أحادية وثنائية. ٣,٧ وتعتبر عادة مواد مأمونة GRAS	د ، غ	أ ‖ ك يد$_{٢}$-أ-ك-ر$_{١}$ | ك يد-أ يد | ك يد$_{٢}$-أ يد أ ‖ ك يد$_{٢}$-أ-ك-ر$_{١}$ أ ‖ ك يد-أ-ك-ر$_{٢}$ | ك يد$_{٢}$-أ يد	ر$_{١}$=ك يد$_{٣}$ (ك يد$_{٢}$)$_{ن}$ للأحماض الدهنية مثل حمض الستياريك	أحادى استيارات الجليسرول

تابع: جدول (١)

المستحلب وقيمة و.د.م	النوع	الهيكل / التركيب الأساسي	مجموعات الاستبدال	التسمية
أسترات ثانى خلات الطرطريك للجليسريدات الأحادية والثنائية ٩,٢. وتعتبر عادة مواد مأمونة	م ، غ	أ || ك يد$_2$–أ–ك–ر$_1$ | أ || ك يد–أ–ك–ر$_2$ | أ أ || || ك يد$_2$–أ–ك(ك يد$_2$)$_2$–ك–أ يد	أحادية: ر$_1$=ك يد$_3$ (ك يد$_2$)$_ن$ سلسلة الكايل دهنية ر$_2$–يد ثنائية: ر$_1$=ر$_2$ سلسلة الكايل دهنية	
سكسينات الجليسريدات الأحادية ٥,٣	د ، غ	أ || ك يد$_2$–أ–ك–ر$_1$ | ك يد–أ يد | ك يد$_2$–أ–ر$_2$	ر$_1$=ك يد$_3$(ك يد$_2$)ن سلسلة الكايل دهنية ر$_2$=اندريد السكسنيك	
ايثوكسيلات الجليسريدات الأحادية/الثنائية	م ، غ	ك يد$_2$–أ (ك يد$_2$ ك يد$_2$ أ)$_س$ يد | ك يد–أ (ك يد$_2$ ك يد$_2$ أ)$_ص$ يد | ك يد$_2$–أ–ك–ر$_1$ || أ	ر$_1$ = سلسلة الكايل دهنية س + ص = ٢٠	–
لاكتيلات الاستيارويل ٢١,٠	م ، س	ك يد$_3$ | أ || ك–يد–أ–ك–ر$_1$ | ك–أ–ر$_2$ || أ	ر$_1$=ك يد$_3$(ك يد$_2$)$_ن$ لحمض الاستياريك ر$_2$=صوديوم أو كالسيوم	٢ لاكتيلات استياروبل الصوديوم ، ٢ لاكتيلات استياروبل الكالسيوم

المستحلب وقيمة و.د.م	النوع	الهيكل / التركيب الأساسي	مجموعات الاستبدال	التسمية
أسترات البروبيلين جليكول. ٤,٦ (لوريات) ١,٨ (استيارات)	د ، غ	أ ‖ ك-يد٢-أ-ك-ر١ ك يد-أ يد ك يد٣	ر١=ك يد٣(ك يد٢)ن لأحماض دهنية مثل حمض اللوريك والاستياريك	أحادى لوريات بروبيلين جليكول أحادى استيارات بروبيلين جليكول
أسترات السوربيتان ٤,٧	د ، غ	أ ‖ ك يد٢-أ-ك-ر١ | يد أ-ك يد أ يد أ يد أ	ر١=ك يد٣(ك يد٢)ن لسلسلة الكايل دهنية مثل استيارات	أحادى استيارات السوربيتان
١٤,٤ عديد السورباتات ١٠,٥ ١٥,٤	م ، غ	أ ‖ ك يد٢-أ-ك-ر١ | يد أ-(ك٢ يد٤ أ)٢-ك يد أ ر٢ ر٣	ر١=ك يد٣(ك يد٢)ن لأحماض دهنية مثل حمض الاستياريك ر٢=(ك٢ يد٤ أ)س أ يد ر٣=(ك٢ يد٤ أ)ص أ يد س + ص + ٢ = ٢٠	عديد السورباتات ٦٠ أو عديد أكسى ايثيلين (٢٠) سوربيتان أحادى الاستيارات. عديد السورباتات ٦٥ أو عديد أكسى ايثيلين (٢٠) سوربيتان ثلاثى الاستيارات. عديد السورباتات (٨٠) أو عديد أكسى ايثيلين (٢٠) سوربيتان أحادى الأوليات.

تابع: جدول (١)

المستحلب وقيمة و.د.م	النوع	الهيكل / التركيب الأساسى	مجموعات الاستبدال	التسمية
أسترات عديد الجليسرول ٥,٥ ٧,٢ ٩,١	د ، غ	ك يد٢-أ ر١ | ك يد-أ يد | ك يد٢ | أ | ك يد٢ | ك يد-أ يد | أ || ك يد٢-أ-ك-ر٢	ر١=يد أو ١-٨ جزيئات جليسرول ر٢=ك يد٣(ك يد٢)ن لأحماض دهنية مثل حمض الاستياريك	ثنائى الجليسرول أحادى الاستيارات. ثلاثى الجليسرول أحادى الاستيارات. رباعى الجليسرول أحادى الاستيارات.
استرات السكروز قيمة و.م.د تختلف من ١-١٨ تبعا للاستر	خ ، غ	أ || ر١-ك-أ-ك يد٢ (حلقة سداسية: يد، أ يد، يد، يد أ، يد أ، يد) - أ - (حلقة خماسية: ك يد٢ أيد، يد، يد أ، يد، أ يد، يد ك٢ أ يد)	ر١=ك يد٣(ك يد٢)ن لأحماض دهنية مثل الاستياريك واللوريك أو البالمتيك	أحادى استيارات السكروز

حيث: فو.ك = فوسفاتيد ل الكولين PC ، فو.أ = فوسفاتيد ل ايثانولامين PE ، فو.أن = فوسفاتيد ل اينوسيتول PI

و.م.د HLB = توازن المجموعات المحبة للماء والمحبة للدهن

م = محب للماء hydrophilic H ، د = محب للدهن lipophilic L

سج = ساجب zwitterionic Z ، س = سالب anionic A ، ج = موجب cationic

غ = غير أيونى nonionic ، خ = يختلف variable V

وتعمل المجموعات (الرأس) المحبة للماء فى المسحلبات غير الأيونية على تثبيت مستحلَبات الزيت فى الماء بواسطة نظام mechanism ستيرى steric ويحدث هذا نتيجة تفاعل طبقة مائية مع مجموعة (رأس) المستحلِب التى تعمل كحاجز لتقارب قطيرات المستحلَب الأخرى حيث يتطلب ذلك فقد جزئى للطبقة المميأة hydrated وهذا غير محتمل من وجهة نظر الطاقة energetically unfavorable. وسلاسل عديد أكسى إيثيلين الموجودة فى عديد السوربات والجليسريدات الأيثوكسيلية ذات كفاءة خاصة فى هذا لأنها تتميأ بدرجة عالية. وتعمل بعض المستحلِبات خاصة الجليسريدات الأحادية على تكوين أطوار بلورية بالإرتباط مع الماء ويعتقد أن هذه المستحلبات تتجمع حول قطيرات المستحلَب وتكون بلورات سائلة. وبجانب العمل كحاجز فيزيقى للإندماج فإن لزوجة الطور السائل تكون على الأقل ١٠٠ مرة مثل لزوجة الماء وهذا يقلل من حركة القطيرات داخل الطور البلورى ويقلل كلاً من إحتمال تصادم القطيرة والإندماج.

وقد خلقت معظم المستحلِبات للعمل على تثبيت المستحلَبات سواء كانت ماء فى زيت مثل المرجرين أو زيت فى ماء مثل الجيلاتى/ البوظة. ولكن عملها أو وظيفتها إتسعت الآن كما يتضح من الجدول (٢) ومنه يظهر أن المستحلِبات توجد بكثرة فى أغذية قد تعرف بأنها مستحلَبات وهى هناك تؤدى بعض وظائفها الأخرى. فمثلاً وظائف المستحلِبات فى إنتاج الخبز هى تقوية العجين أو تهيئته وتطرية اللب أو منع الأجون ويعود منع الأجون من تفاعل المستحلِب مع النشا مما ينتج عنه إنخفاض تجلتن النشا حيث يؤدى إنحطاطها/ إنتكاس النشا إلى زيادة تماسك اللب أو الأجون أثناء التخزين. (أنظر: حبوب ، كربوايدرات ، نشا)

وفى الشيكولاتة تستخدم المستحلبات لخفض اللزوجة والتثخين بسبب الرطوبة أو درجة الحرارة ولتحوير سلوك عقد طور الدهن. وتنخفض اللزوجة نتيجة تراكم المستحلب على سطح بلورات السكر داخل الكتلة الدهنية وإستخدامها يسمح بخفض مستويات إستخدام زبدة الكاكاو فى الوصفات formulations. وتأثير المستحلِبات على تبلر الدهن فى الشيكولاتة يمنع اللمعان الدهنى fat bloom ويعطى قطعة الشيكولاتة (القضيب bar) خواص طقطقة snap جيدة عند إستخدام زيوت نباتية مهدرجة فى إنتاجها.

ثبات المستحلِبات أثناء المعاملة
stability during processing

المستحلِبات الطبيعية والمخلقة المذكورة ثابتة أثناء المعاملة فهى تقاوم التغييرات التى قد تحدثها المعاملة مثل تلك التى قد تؤثر على قوى إستحلاب البروتينات فهى بخلاف البروتينات لايحدث لها مسخ denaturation بالحرارة أو الترسيب عند نقطة تساوى التأين/التكاهر ولكن المستحلِبات الأيونية ionic تكون أكثر تأثيراً فى مدى معين من أرقام pH فالموجب منها وهو غير مستخدم فى الأغذية مجالها تحت رقم pH متعادل والسالبة anionic فوق هذا الرقم. وهذا قد يحد من إستخدامها فى الأغذية ولكن المستحلِبات الساجبة zwitterionic مثل جزء

الفوسفاتيدل إيثانولامين من الليسيثين يمكن أن يحمل كلاً من شحنات موجبة أو سالبة. فعند رقم جـيد منخفض يكون الجزيء موجب الشحنة وعند رقم جـيد مرتفع يكون سالب الشحنة. وعند التعادل توجد الشحنتان عليه ولذا فهذه الأيونات كثيرة الأستخدام لأنها تعمل في كل مدى أرقام جـيد.

جدول (٢): بعض وظائف المستحلبات في الأغذية.	
تبطين	coating
البلّل	wetting
تثبيت الرغوة	foam stabilizing
تثبيت المستحلَب	emulsion stabilizing
تحسين القوام/التلازج	improvement of texture/consistency
الاحتفاظ بالرطوبة	moisture retention
استحلاب	emulsifying
تحوير البلورات	crystal modification
خفض الالتصاقية	reduced stickiness
خفض اللزوجة أو رفعها/زيادتها	viscosity reduction or increase
زيادة الثبات ضد الحرارة	increased heat stability
مساعد بثق	extrusion aid
تشحيم	lubrication
اطلاق	release
تطرية لب الخبز	crumb softening
مضاد للطرطشة	anti-spattering
تفاعلات البروتين	protein interactions
تقوية العجين	dough strengthening
تكتل	agglomeration
كريمية	creaming
تكوين معقد مع الأميلوز	amylose complexing
اللدانة	plasticity
تماسك الرغوة	foam stiffening
تهوية	aeration
تهيئة العجين	dough conditioning
توزيع الدهن	fat distribution
توفير/الاستغناء عن الدهن	fat sparing

وعموما يجب تجنب ارقام جير القصوى لأن روابط الاستر التي ترتبط مع مجموعات (الرأس) مع سلاسل الأسايل الدهنية قد تتحلمأ ولو أن أرقام جير القصوى عادة لاتصادف في الأغذية. كذلك ربما عملت بعض انزيمات الانسجة النباتية أو الحيوانية على هدم المستحلبات، ولكن عادة تثبط الإنزيمات بالحرارة أثناء المعاملة وإذا احتوى المستحلِب على سلاسل اسايل دهنية غير مشبعة فقد تتأكسد ويقل عمر الرف لها أذ تتكون نكهات غير مرغوبة مالم تتخذ الإحتياطات المناسبة.

بعض وظائف وتطبيقات مستحلبات الأغذية

◈ **الليسيثين:** ١- تحسين وظيفة الجليسريدات الأحادية ولاكتيلات الأستياروبل. ٢- تحسن القوام. ٣- عامل مشتت للنكهات والألوان. ٤- تقليل الإلتصاق في العجائن. ٥- عامل إطلاق. ٦- الإستحلاب خاصة في المرجرين. ٧- يقلل من إحتياجات دهون التنعيم في الخبز. ٨- عامل مضاد للطرطشة ٩- مضاد للأكسدة. ١٠- محسن للعجين. ١١- عامل إبتلال ١٢- مهيىء للعجين ١٣ عامل تشحيم. ١٤- منظم للزوجة في الشيكولاتة.

◈ **الجليسريدات الأحادية والثنائية:** ١- تعطي ثباتاً للمستحلب. ٢- تنظم تعدد الشكل البلوري في الدهن. ٣- تحل محل الدهن في منتجات الألبان النباتية. ٤- تحسن القوام في المنتجات النهائية. ٥- تنعم تركيب لب الخبز. ٦- تساعد في البثق. ٧-- تشجع على تجمع الدهن. ٨- مبيض ذائب القهوة. ٩- منظم لقوام ولذوبان/إنصهار melt down الجيلاتي/البوظة. ١٠- تحسين خواص المضغ في النوجة والعلاك. ١١- تقليل الإلتصاق في القند/الحلوى.

◈ **الجليسريدات الخلّية acetoglycerides:**
١- مغطيات coatings للمكسرات والفواكه واللحوم. ٢- عامل طلاق في إنتاج الحلوى. ٣- محسنات للخواص الخفقية لـ α α-tending improver of whipping properties.

◈ **أسترات ثنائي خلات حمض الطرطريك:**
١- عامل تهيئة للعجين. ٢- يستخدم في منتجات الخبيز ومنتجات البثق والمرجرين وفي الأغطية السكرية اللامعة icings.

◈ **أسترات البروبيلين جليكول:** ١- مثبتات للرغوة في الفوقيات toppings. ٢- محسنات لعجينة الكيك ٣- تساعد على الإحتفاظ بالرطوبة في الكيك

◈ **لاكتيلات الإستياروبل stearoyl lactylates:**
١- عامل تهيئة للعجين. ٢- مثبت في دهون التنعيم ٣- عامل مضاد للأجون. ٤- يعطي تركيباً ناعماً fine للب الخبز ويزيد من حجم الرغيف. ٥- يحسن من القشرة في الخبز والكعك. ٦- عامل خفق يضاف إلى بياض البيض. ٧- يحسن من الثبات ضد الحرارة ومقاومة الإنصهار في مقلدات الكريمة. ٨- يساعد في البثق

◈ السورباتات وعديد السورباتات: ١- عوامل ضد اللمعان antiblooming agents. ٢- منظم لتعدد الشكل البلورى فى الدهن ولتحول البلورة crystal transition. ٣- يحسن من الحجم والحبيبة grain فى الكعك. ٤- يعطى طراوة للكعكة دون هشاشة fragility. ٥- تزيد من خفية lightness فى الأغطية السكرية اللامعة icings. ٦- تمنع انفصال الزيت oiling off فى المغطيات السكرية اللامعة والإلتصاق بمادة اللف wrapper. ٧- تحسن من قوام ومقاومة صدمة الحرارة والإستساغة فى الجيلاتى/البوظة. ٨- عوامل إذابة للنكهات. ٩- مشتت لمكونات المساحيق. ١٠- محسن للمعان gloss improver. ١١- يستخدم فى العلويات/الفوقيات المخفوقة ومبيضات القهوة.

◈ أسترات عديد الجليسرول: ١- الإستحلاب فى العلويات/الفوقيات المخفوقة وصلصات السلطة salad dressing والعقبة المجمدة. ٢- ضبط تحول البلورة. ٣- عوامل مضادة للمعان فى القند/الحلوى. ٤- عوامل مضادة للطرطشة فى زيوت الطبخ والمرجرين. ٥- مشتتات ومثبتات للنكهة فى المشروبات. ٦- محسنات enhancers للقوام فى خلطات الكيك. ٧- مشحمات فى الأكلات الخفيفة المبثوقة. ٨- تحل محل عديد السوربات. ٩- تقلل من اللزوجة فى الأنظمة عالية البروتين. ١٠- تثبط التبلر فى صلصات السلطة. ١١- عامل تكوين سحب فى المشروبات. ١٢- تؤخر إنفصال الزيت فى الجبن. ١٣- تحسن من الثبات واللمعان فى علويات/فوقيات الجيلاتى/البوظة.

◈ أسترات السكروز: ١- لها خواص إستحلاب. ٢- تضبط تجمع الدهن. ٣- مستحلبات زيت فى مبيضات القهوة. ٤- تقوية دقيق القمح دون تغيير خواص الرغيف. ٥- تقلل من إحتياجات دهون التنعيم فى الخبز والبسكويت. ٦- مقويات للعجين. ٧- تحسن الإحتفاظ بالغاز فى الخبز. ٨- تنعم لب الخبز. ٩- تستخدم فى الكريمة المخفوقة والجيلاتى/البوظة والمرجرين منخفض السعرات والأغذية الفورية instant والقند والحلوى.
(Macrae)

الفوسفاتات كمثبتات لمستحلَبات اللحوم
phosphates as meat emulsion stabilizers

كثيراً مايشار إلى أنواع من السجق المعروفة عالمياً والتى هرّمت chopped حتى أصبحت ناعمة fine بأنها مستحلَبات بالرغم من أنها جسيمات دهن صلبة مشتتة فى مخلوط من الماء وجسيمات ليفية fibrous عديدة بما فى ذلك النسيج الضام وألياف العضلات فهى إذا ليست تشتت سائل فى سائل لايمتزجان كما هو معروف عن المستحلبات ولربما كان من المستحسن أن تسمى هذه التحضيرات "شبكات matrix" ولكن التسمية منتشرة وإن كانت غير صحيحة ولذا ستستعمل بالرغم من ذلك. وعند إستخدام المكونات المناسبة مع طرق المعاملة المناسبة مثل الطحن grinding، التهريم/الفرم chopping والإستحلاب فإن مستحلباً ثابتاً ينتج ويبقى ثابتاً أثناء الطبخ فى التدخين smoking

ومن أمثلة هذه المستحلبات البولونا bologna والفرانكفورتر والتي لاتسمح نعومة جزيئاتها بتمييزها على سطح المنتج الناعم smooth، ولكن إذا كانت جودة اللحم أو كميته أو مكوناته أو كانت طرق المعاملة غير كافية فإن "مخلوط" اللحم يكون غير ثابت ويكون المنتج منخفض الجودة.

وتستخدم الفوسفاتات مع هذه المنتجات وهي في هذه الحالة يمكن إعتبارها مثبتات لهذه المخلوطات mixtures أكثر من كونها مستحلبات حقيقية. والتأثيرات الأساسية للفوسفاتات غير العضوية في اللحوم المفرومة/المهرمة chopped تكون على رقم جيد والقوة الأيونية وإستخلاص البروتين وربط الأيونات الموجبة ثنائية التكافؤ واللزوجة.

تقسيم الفوسفات وتسميتها

تقسم الفوسفاتات غير العضوية تبعاً لعدد ذرات الفوسفور في جزيء الفوسفات وأهمها في صناعة اللحوم الاورثوفوسفاتات والبيروفوسفاتات والفوسفاتات ذات السلسلة المستقيمة.

وتحتوي الاورثوفوسفاتات orthophosphates ذرة فوسفات واحدة في الجزيء أما البيروفوسفات فتتكون من ذرتين فوسفور متصلة بذرة أكسجين مشتركة shared وتسمى الفوسفات غير العضوية التي لها هذا التركيب فوسفات مكثفة condensed. وتسمح وزارة الزراعة الأمريكية بإستخدام بيروفوسفات الصوديوم الحمضية sodium acid pyrophosphate وبيروفوسفاتات رباعية الصوديوم tetrasodium pyrophosphate.

والفوسفاتات التي تحتوي على ثلاث ذرات فوسفور أو أكثر تسمى فوسفاتات عديدة. وعديد فوسفاتات الصوديوم أو البوتاسيوم الثلاثية تتكون من ثلاث ذرات فوسفور متصلة. وحقيقة مايسمى هكساميتافوسفات الصوديوم أنها فوسفاتات عديدة طويلة السلسلة المستقيمة وتسمية ميتا صحيحة بالنسبة للفوسفاتات العديدة الحلقية cyclic. ومتوسط عدد ذرات الفوسفور في الهكساميتا فوسفاتات هو ١٠ - ١٥.

الفوسفاتات ورقم جيد

تؤثر الفوسفاتات على رقم جيد لكل من الماء واللحم ولكن التأثير أقل على اللحم نظراً لمقدرة اللحم التنظيمية buffering action. وتعمل الفوسفاتات القاعدية alkaline على رفع رقم جيد للحم بمقدار ٠,١ - ٠,٦ وحدة تبعاً لنوع الفوسفات وهي كمايلي بتأثير تنازل على زيادة رقم جيد للحم: البيروفوسفاتات والفوسفاتات العديدة الثلاثية والهكساميتافوسفاتات. وهذه الأخيرة كثيراً ماتعتبر متعادلة وكثيراً لاتكون ذات تأثير في زيادة رقم جيد للحم. والبيروفوسفاتات الحمضية كثيراً ماتخفض رقم جيد للحم. ولايزال تأثير إضافة الفوسفاتات على تغير أرقام جيد اللحم وثبات مستحلب اللحم محل مناقشة البحاث. والجدول (١) يعطي أرقام جيد لمحاليل مائية ١٪ للفوسفاتات التي تم إعتمادها.

جدول (١): قيم ج يد لمحاليل فوسفاتات ١٪.

الفوسفات غير العضوية	رقم جيد
بيروفوسفاتات الصوديوم أو البوتاسيوم الرباعية	١٠,٢
عديد فوسفات الصوديوم أو البوتاسيوم (الثلاثية) sodium or potassium tripolyphosphate	٩,٨
أورثوفوسفات ثنائى الصوديوم أو البوتاسيوم disodium or potassium pyrophosphate	٨,٨
صوديوم عديد الفوسفات ، زجاجية sodium polyphosphate, glassy	٧,٠
ميتافوسفات الصوديوم، غير ذائبة	٦,٥
أورثوفوسفات أحادية الصوديوم أو البوتاسيوم	٤,٤
بيروفوسفات الصوديوم الحمضية	٤,٢

مقدرة الإحتفاظ بالماء لمستحلَبات اللحوم
water-holding capacity of meat emulsions

تكون مقدرة الإحتفاظ بالماء للحوم أقل مايمكن عند نقطة التكاهر للبروتين حيث يوجد شحنات كهربية موجبة وسالبة متساوية على جزيئات البروتين. ونقطة التكاهر للبروتين تقع مابين أرقام جيد ٥,٠ ، ٥,٤ وهى نفس رقم جيد للحم بعد المرور فى التيبس/الجسوء الرمى rigor mortis. وتغير رقم جيد للحم بعيداً عن نقطة التكاهر زيادة أو نقصاناً يتبعه وجود شحنات غير متوازنة وتزداد مقدرة الإحتفاظ بالماء للحم إذ يحدث تسافر repulsion لمجموعات البروتين ذات الشحنة وتزداد مقدرة الإحتفاظ بالماء. كذلك فإن إضافة الفوسفاتات يزيد من شحنة البروتين السالبة وقد يؤدى إلى توزيع أحسن لجسيمات الدهن فى المنتجات المستحلبة. وتحسن هذا التوزيع قد يمنع تجمع clumping جسيمات الدهن الذى قد يحدث أثناء التهريم الزائد over-chopping والذى ينتج عنه مستحلب غير ثابت.

الفوسفاتات والقوة الأيونية
phosphates & ionic strength

تتأين الفوسفاتات غير العضوية فى الماء وتعطى اليكتروليتات عديدة وهذا يحجب المواقع الموجبة على بروتينات اللحم مما يعمل على تسافر كهربى ساكن electrostatic للبروتينات وهذا يزيد من المسافة بين البروتينات لربط الماء مما يزيد من مقدرة الإحتفاظ بالماء. وأحياناً يصعب تمييز هذا التأثير عن تأثير رقم جيد على الإحتفاظ بالماء وربما أيضاً ربطت الفوسفاتات ذات السلسلة الطويلة جزيئات الماء وخاصة فى حالة الهكساميتافوسفاتات.

إستخلاص وإذابة البروتين

protein extraction & solubilization

عند تكوين مستحلب اللحم يتم إستخلاص بروتينات اللحم من تركيب العضل الليفى ويتم ذوبانها إلى محلول ويساعد على هذا القوة الأيونية المثلى ورقم جيد للمحلول المغمور فيه البروتين. وبعد ذلك يتم بالتهريم أو الخلط تشتيت البروتينات حول حزم من خلايا العضل وجسيمات الدهن. وعند طبخ المخلوط بعد ذلك يمسخ محلول البروتين ويتجمع coagulates ليكون جلاً gel حول حزم العضل وجسيمات الدهن وهذا الجل يثبت شبكة matrix مخلوط اللحم أو المستحلب. وللبيروفوسفات رباعية الصوديوم تأثير خاص على بروتينات اللحم حيث تعمل على فصل dissociate or separate الأكتوميوسين إلى مكونيه أكتين وميوسين حيث الميوسين له تأثير نافع أكبر فى تثبيت المستحلب عن الأكتوميوسين. وترتب الفوسفاتات بالترتيب التنازلى الآتى فى مقدرتها على إستخلاص بروتينات العضل من اللحم: بيروفوسفاتات رباعية الصوديوم أو البوتاسيوم، عديد الفوسفات الثلاثية للصوديوم أو البوتاسيوم، هكساميتافوسفات الصوديوم. وإن كانت هناك حالات لم يكن هناك ترابط قوى بين مستوى إستخلاص البروتين من اللحم وثبات المستحلب فى المنتج النهائى المطبوخ.

الفوسفاتات والأيونات الموجبة ثنائية التكافؤ

phosphates and divalent cations

توجد الأيونات الموجبة ثنائية التكافؤ طبيعياً فى بروتين اللحم وتأثيرها ضار على جودة اللحم المعامل، وتقوم الفوسفاتات بربط هذه الأيونات. كذلك توجد هذه الأيونات الثنائية التكافؤ الموجبة مثل الكالسيوم أو المغنيسيوم أو الحديد فى المياه غير المعاملة وهى تقلل من مقدرة الإحتفاظ بالماء للحم. وتقوم الفوسفاتات بربط هذه الأيونات. وتعمل الفوسفاتات طويلة السلسلة مثل هكساميتافوسفات الصوديوم على خلب أيونات الكالسيوم بينما تعمل الفوسفاتات قصيرة السلسلة على ربط أيونات المغنيسيوم بسهولة.

لزوجة مستحلبات اللحم

viscosity of meat emulsions

عند هَرْم اللحم chopping بدقة finely للحصول على منتج سجق ثابت المستحلب يجب تجزئة جسيمات الدهن لحجم يسمح لبروتينات اللحم المستخلصة أن تغطى coat أو تحتبل entrap الدهن فإذا كانت جسيمات الدهن أكبر من اللازم ينتج مستحلب خشن وغير ثابت ، وإذا هُرِّم الدهن بدرجة زائدة فإن مساحة سطح الدهن تصبح كبيرة جداً أو تكسر خلايا دهن كثيرة حداً مما ينتج عنه منتج غير ثابت. وإذا خفضت اللزوجة يمكن هَرْم أو خلط المخلوط لمدة أطول لإنقاص حجم جسيم الدهن أو إستخلاص بروتينات أكثر لزيادة ثبات المخلوط مع إرتفاع أقل فى درجة الحرارة. وتعمل الفوسفاتات على خفض لزوجة مخلوط اللحم، وبدون الفوسفاتات فإن التهريم chopping لمدة طويلة أو زيادة زمن الخلط يؤدى إلى الحصول على منتجات غير ثابتة.

الفوسفاتات وكلوريد الصوديوم

للفوسفاتات وكلوريد الصوديوم معاً تأثير تآزرى/ تعاضدى على مستحلبات اللحم ويظهر أن تأثير الفوسفاتات أكبر على رقم جيد وذوبان البروتين، وأن الملح تأثيره أكبر على القوة الأيونية ومقدرة الإحتفاظ بالماء. (Macrea)

حلبة fenugreek

الإسم العلمى *Trigonella foenum-graecum*

الفصيلة/العائلة: البقولية Leguminosae (pea)

بعض أوصاف

من الـ *Trigonella* يوجد حوالى ١٠٠ نوع .sp وهو نبات حولى له سيقان طرية وأوراقه تشبه القرنفل إلى حد ما وهى مركبة ولها ثلاث وريقات مستطيلة oblong مسننة ٣/٤ - ٢ بوصة فى الطول وقد تكون رمحية lanceolate والقرون قد تكون ٣- ٦ بوصة و هى رفيعة ومنحنية curved وبها من ١٠ - ٢٠بذرة بنية ناعمة والنبات يرتفع إلى ١ - ٢ قدم ٣٠ - ٦٠سم).

(Everett & Rodales)

الإستخدام

يمكن إستخدامها كعلف أخضر

(Rodales & Everett)

والبذور تختلف فى درجة مرارتها ولها رائحة أروماتية وهى تجفف وكثيرا ماتطحن وقد تؤكل القرون ومطحون البذور يستعمل فى التنكية. ويجب تحميص البذور بحذر لإنتاج النكهة قبل الطحن

ولكن التحميص الزائد (عندما يحمر لونها) فإنها تصبح شديدة المرارة وبعد ذلك تصبح سوداء وتفقد مرارتها.

(Stobart & Ensminger)

وبذور الحلبة تحسن من اللحوم والدواجن والخضر المنقوعة marinated فقد تضاف للمخلل أو تستخدم فى مخلوطات الكرى curry.

(Rodales)

وهى لها نكهة مشابهة للكرفس أو شراب القبقب المحروق maple وقد يستخدم مستخلصها فى تقليد شراب القيقب وفى منكهات البترسكوتش butterscotch والروم rum.

(Ensminger)

والحلبة المنبتة تؤكل وتضاف للسلطة وهى غنية فى الحديد كما أن الأوراق قد تؤكل خضراء أو مع الكرى.

(Bremness)

الفائدة الطبية

مغلى البذور (شاى) منعش ومقوى ويزيل آلام الهضم والحيض ويخفض من درجة الحرارة وقد يستخدم مع كمادات عدوى الجلد (الدمامل).

ويلاحظ أن البذور تحتوى على مولدات هرمونات تزيد من لبن الأم وهى مانع للحمل شفوى oral contraceptives وتعيد بعض نمو الشعر وتزيد من الشهوة الجنسية libido للرجال ومن التبول uterine stimulant ومثير للشهوة الجنسية aphrodisiac وهى تقلل من الكوليسترول ومن سكر البول فى مرضى البول السكرى.

(Bremness)

القيمة الغذائية

كل ١٠٠ جم بذور جافة غير مطبوخة تعطى ٣٣٥ سعراً، ٢٩.٠ جم بروتين، ٥,٢ جم دهن، ٥٧,٢ جم كربوايدرات، ٧,٢ مجم ألياف ، ١٨٠ مجم كالسيوم، ٢٢,٠ مجم حديد. وهى غنية فى المعادن وفيتامينات أ، ب، ج.

(Bremners & Ensminger)

الأسماء: بالفرنسية fenugrec، وبالألمانية Bockshornklee, Griechisches Heu، وبالإيطالية fino greco، وبالأسبانية fenogreco, alholoa.

(Stobart)

المحلب
mahleb cherry / St. Lucie's cherry / mahaleb

هذه تنتمى إلى تحت الجنس sub-genus *Cerasus* من الجنس *Prunus*. (Everett)

الإسم العلمى *Prunus mahaleb*

الفصيلة/العائلة: الوردية Rosaceae (rose)

بعض أوصاف

شجرة متساقطة الأوراق deciduous تبلغ ٤٠ قدم فى الإرتفاع. وهى ذات غصينات خضراء green-twigged وأوراقها مسننة عريضة مستديرة أو بيضاوية حوالى ١,٥ - ٢,٥ بوصة فى الطول والأزهار لها رائحة قوية عرضها حوالى ١/٢ - ٣/٤ بوصة. على شكل خيمة umbel. والثمار بيضاوية ovoid سوداء وقليلاً ماتكون صفراء طولها حوالى ١/٤ بوصة وخشبها يستخدم فى عمل البيبات pipes وفى عصيان المشى. (Everett)

وتستخدم الثمار فى تحضير الليكير liqueurs.

(Stobart)

ويستخدم المحلب فى تحضير الكعك فى مصر.

(عثمان)

حلزون coil

سلسلة من حلقات متصلة يلتف حبل أو مايشبهه على شكلها وقد تكون من مواسير أو خلافه أو تتكون ماسورة مستمرة تلتف ولها مدخل ومخرج.

(Random House Dic.)

حلزون (قوقع) snail

يوجد حوالى ٧٤٠٠٠ نوع .sp فى طائفة Class (Gastropoda) فى شعبة Phyllum (Mollusca).

وعادة الصدفة shell فى جزء على هيئة مخروط مقلوب turbinate ولكن قد تتخذ أشكال أخرى.

وتقسم الـ Gastropoda إلى ٣ طوائف sub-classes: Opisthobranchia, Prosobranchia, Pulmonata

وكلا أنواع حلزون بالماء العذب والحلزون الأرضى terrestrial يمكن أن ينقل أمراضاً للإنسان.

(McGraw-Hill Enc.)

وتقليدياً يحضر الحلزون حياً ولكن قد يوجد معلباً الآن مع كيس أصداف معه. وأحسن الأنواع فى الأكل *Helix pomata* وكذلك حلزون الحدائق *H. aspera*.

ويحمر الحلزون مع بصل أو يطبخ مع ثوم وأكليل الجبل/حصا البان rosemary وبقدونس وطماطم وفطر مجفف وزيت زيتون ونبيذ أبيض، أو مع زيت وزبد وزبيب وصنوبر وربما نعناع، أو تشوى على الصخور كما يصنع الأسبان.

وأسهل وقت لجمع الحلزون هو بعد المطر وعادة يوضع في صندوق مخرم ويترك لأسبوع لينظف نفسه من أي نبات سام وقد تجوع في هذه الفترة وقد تسمن بورق الخس وبعض الأعشاب مثل الشمار/ الشمرة fennel وردة أو دقيق. وبعد الأسبوع تغسل وتفرز ويرمى الميت منها.

وبعد ذلك يزال المرغ slime بوضعه في سلطانية ويخلط بملح خشن وتقلب بلطف لمدة ١٠-١٥ ق حتى تكون رغوة وقد يضاف خل. ثم تغسل بماء بارد وتكرر هذه العملية حتى يتخلص من المرغ slime ثم يوضع في ماء يغلي لمدة ٣ - ٥ق حتى يصبح من الممكن أن يخرج الحيوان بواسطة شوكة ويزال الجزء الأعلا الأسود وهو الأمعاء لأن به الكبد وهو مر. ثم يغسل الحلزون ويوضع في ماء يغلي مرة أخرى لمدة ١٠ ق. ثم يصفى ثم يطبخ حتى يصبح طرياً tender ربما يأخذ ٣ ساعات في شوربة بها بصل وقرنفل وملح وفلفل ورند/غار bay وزعتر thyme وبقدونس وقد يضاف خل أو نبيذ. وينظف الصدف بغليها لمدة ٣٠ق في ماء وصودا ثم تشطف وتجفف. ويوضع الحلزون المطبوخ مرة ثانية بعد تركه ليبرد في الشوربة short bouillon في الصدف مع زبد بالثوم. وعند الإستهلاك توضع في فرن ساخن لمدة ٥ق ليسخن وينصهر الزبد.

(Stobart)

والفصيلة Polygyridae تشمل حلزونات أرضية أصدافها بها شفاه معادة الإنحناء ومتورمة swollen recurved lips ومنها الحلزون الأوروبي المبقع European spotted snail والذى يحمص ويؤكل من الصدفة. وقد أدخلت الحلزونات الأفريقية الكبيرة إلى جزر الباسيفيك وإلى غرب الولايات المتحدة كغذاء ولكنها أصبحت وباءاً pests للنباتات. والى الفصيلة/العائلة Hilicidae ينتمى الحلزون المأكلة *Helix pomotia* الذى له بعض القيمة التجارية كغذاء.

وكثير من الحلزونات البحرية لها قيمة تجارية ملحوظة وهامة فالعديد منها يستخدم كغذاء وبعضها يستخدم صدفة فى عمل أزرار أو جواهر. وبعضها تفرز سائلاً يحضر منه التيربان البنفسجي وهو صبغة أستخدمها الفينيقيون بكثرة.

وتكون الحلزونات المائية حلقة فى السلسلة الغذائية للأسماك التى بالتالى يستهلكها والإنسان وبذلك فقد تكون هى وحلزونات الماء العذبة مصدر العدوى أو تكون ملوثة.

(Americana)

والأسماء: بالفرنسية escargot وبالألمانية Schneke وبالإيطالية chiocciola ، lumaca وبالأسبانية caracol.

(Stobart)

حلسفرة/تحلل مع فسفرة **phosphorolysis**

هي تكسير رابطة بين جزئين في جزيء بالتفاعل مع حمض الفوسفوريك بحيث أن رابطة أيدروكسيل -أيد تضاف إلى جزء و -فو أ(أيد)، تضاف إلى الجزء الآخر. فحلسفرة السكريات العديدة تؤدي إلى تكوين فوسفاتات الجليكوزيل كما في تحويل الجليكوجين والأورثوفوسفات إلى جلوكوز-١-فوسفات glucose-1-phosphate. (Becker)

حَلَق

حَلْق **throat**

الجزء الأمامي من الرقبة. (Becker)

وشكله مخروطي ويصل تجويفي الفم والأنف مع البلعوم esophagus والحنجرة larynx. وهو مقسم إلى ثلاثة أقسام تفتح على أنبوب/ فجوات الأنف والسمع والفم والبلعوم. (Americana)

حلقة **ring**

ترتيب لذرات في سلسلة مغلقة. (Becker)

حلقة دراسية **seminar**

١- مجموعة صغيرة من الطلبة تقوم بدراسات متقدمة وأبحاث مبتكرة تحت إشراف عضو هيئة تدريس وتجتمع بإنتظام لتبادل المعلومات وإجراء مناقشات.

٢- مقرر أو موضوع لدراسة طلبة الدراسات العليا.

٣- أي إجتماع لتبادل المعلومات وإجراء المناقشات. (Random House)

حلقة دراسية **workshop**

حلقة دراسية seminar، مجموعة للمناقشة أو مايماثل ذلك والتي تعزز تبادل الآراء وعرض demonstration وتطبيق التقنيات techniques والمهارات وما إلى ذلك. (Random House)

حلقوم **pharynx**

الحلق: أنظر (Academic)

حلقي **aromatic**

تصف تقسيماً هاماً لايدروكربونات حلقية cyclic غير مشبعة بها حلقة واحدة ring أو أكثر. ويمثلها البنزين benzene والذي له حلقة من ست ذرات كربون وبها ثلاث روابط مزدوجة ومنها أيضاً مركبات النفثالين والأنثراسينات. (Academic)

حلّ

حلال/حِل **licit**

أنظر: أكل

تحليل **analysis**

هو تعيين نوع وكمية ونسب المكونات التي تكون مركب أو مادة باستخدام طرق التحليل التقليدية و/أو الكائنات الحية الدقيقة و/أو أجهزة التحليل. (Academic)

تحليل التباين analysis of variance

هو تجزئة الإختلافات الكلية في مجموعة من المشاهدات إلى مكونات (متناظرة) corresponding للإختلافات في وبين تحت الأقسام للبيانات تحت التحليل وتستخدم كطريقة لمقارنة متوسطات تحت الأقسام. (Chambers)

وهي دراسة لتأثير متغيرات كيفية qualitative على الإستجابة الكمية المتغيرة على أساس تقسيم decomposition إختلاف variance الأخير (الإستجابة الكمية المتغيرة). (Academic)

تحليل إحصائي statistical analysis

تحليل لبيانات أخذت من عينة من أجل التنبؤ بخواص المجموعة التي تتم دراستها ويمكن إستخدام طرق تحليلية وأنماط رياضية كثيرة. (Academic)

تحليل الأغذية food analysis

تحليل الأغذية يتبع تجمع الناس في مجموعات كبيرة وتقدم المدنية إلى حد كبير. وهو أيضاً قد يتأثر بتقدم تقنية الغذاء وحفظه لضمان تغذية المجموعات الكبيرة التي تتجمع في المدن ومقابلة إحتياجاتها من المواد المختلفة التي تنتج في الريف، ولتأمين حماية المستهلك وتجنيبه ويلات الغش والفساد، وطمأنته على الحصول على توفر الجودة والمكونات التي يتوقعها في المنتج الذي هو مقدم على شرائه.

وتحليل الأغذية يهدف أساساً إلى معرفة محتوى الأغذية وخواصها الطبيعية/الفيزيقية وحالة كل منها. ومايجعل هذه المهمة صعبة أن كل غذاء يتكون من الآف من المواد الكيماوية وكل منها له خواصه الكيماوية والطبيعية المختلفة. ولكن إذا جمعت بعض مجموعات هذه المواد على أساس خواصها وسلوكها عند التحليل فيمكن أن نحصل على مايسمى المكونات التقريبية proximate components نجد أنها الرطوبة والبروتين والدهن والمواد المعدنية. وتقدر الرطوبة بالتجفيف والبروتين بتقدير النتروجين والدهن بالإستخلاص بمذيب عضوى والمعادن بالترميد للتخلص من المواد العضوية. وكان يحصل على نسب الكربوايدرات - قبل التقدم في طرق التحليل - بطرح مجموع الرطوبة والبروتين والدهن والرماد من ١٠٠.

وبعد ذلك أصبح من الممكن الحصول على نتائج أدق بتقدم طرق التحليل فأمكن تحديد وتقدير نسب مكونات المكونات التقريبية فالبروتين أمكن تقدير البروتينات المختلفة والأحماض الأمينية المكونة لها وبالنسبة للدهن قدرت الأحماض الدهنية والأستيرولات والفوسفوليبيدات والفيتامينات الذائبة في الدهن، وكذلك أمكن تحديد العناصر المعدنية بما فيها العناصر النادرة trace وفي مجال الكربوايدرات أمكن تقدير السكريات المختلفة والنشا والآليات الغذائية ومكوناتها.

ويجرى تحليل الأغذية لتحقيق عدة أغراض: ففي معامل الصناعة يكون الغرض الأساسي دعم مراقبة الجودة والتتبع المستمر لتكوين المكونات المختلفة، والمواد الخام والمنتجات المصنعة، كذلك بحث شكاوى المستهلك، وفحص منتجات

المنافسين وفى تطوير منتجات جديدة. أما فى المعامل التى تراقب وتنفذ القوانين فإن إجراء تحليل الأغذية يكون وسيلتها فى تنفيذها وفى مراقبة التصدير والإستيراد وفى عمل مسح لتكوين الأغذية.

أخذ العينات: وبجانب صعوبة تحليل الأغذية لتعدد مكوناتها فإن هذه الأغذية غير متجانسة فالنتائج قد تختلف كثيراً. ولذا فإن أخذ العينات هام جداً حتى تكون النتائج ممثلة لأن قيمة نتيجة التحليل تتوقف على صحة أخذ العينات ولذا يجب أن تجنس هذه العينات بحيث أن كل جزء منها يماثل تماماً أى جزء آخر بقدر الإمكان.

التقنيات والطرق: يمكن أن يقال أن التقنيات التحليلية التى تستخدم فى تحليل الأغذية تتضمن طرقاً كيماوية وفيزيقية/طبيعية كيماوية physicochemical وفيزيقية وبيولوجية.

وتتضمن الطرق الكيماوية الطرق الحجمية gravimetric والتنقيطية titrimetric وطرقاً تشمل إستخدام أجهزة instruments ومن أمثلتها مايستخدم فى تقدير المكونات التقريبية وثانى أكسيد الكبريت والأيونات السالبة وبعض المعادن ومنها المطيافية spectroscopy وتقدير اللون أو قياسه colorimetry.

أما الطرق الطبيعية/الفيزيقية الكيماوية physicochemical فهى أساساً تستخدم أجهزة instruments تستغل الخواص الفيزيقية للذرات والجزيئات لفصلها وكثيراً ماتعتمد على خاصية طبيعية للتعرف على المكونات المفصولة ومن أمثلتها الطرق الكروماتوجرافية المختلفة وطرق التحليل الطيفى spectroanalytical methods وكذلك طرق الإستشراد الكهربى electrophoresis.

وتبنى الطرق الطبيعية على قياس خاصية طبيعية/فيزيقية لمادة غذائية صلبة أو سائلة أو لمحلول. ومن بين هذه الطرق قياس الإنكسار refractometry وقياس الإستقطاب plarimetry والكثافة density ورقم جـ pH واللزوجة viscosity وقياس القوام texture.

وتتضمن الطرق البيولوجية التحليل للكائنات (الحية) الدقيقة microbiological والطرق الإنزيمية enzymatic وطرق المناعة immunoassays لتحديد وتعريف البروتينات وطرق تستخدم الكائنات الدقيقة للفيتامينات.

ويمكن أيضاً تقسيم طرق تحليل الأغذية إلى نوعين: طرق للروتين routine وطرق مرجع reference. والطرق الأولى تتضمن طرقاً كمية quantitative وطرق شبه تقليدية semiquantitative وطرق كيفية qualitative وطرق البقع spot test أو الإختبار العينى.

وطرق المرجع هى طرق حضرتها وأصدرتها منظمات وضع المقاييس standards organizations وتم إختبارها جيداً بالإستخدام المكثف مثلاً أو الدراسة المتعاونة collaborative study ووجدت مقبولة الدقة acceptably precise للتكرار فى المعمل الواحد within-laboratory repeatability وتطبيقاتها بين

المعامــل المختلفـــــة between-laboratory reproducibility.

وفـى المملكـة المتحـدة تعتبر جمعيـة المحللــين العموميين Association of Public Analysts الطرق البروتينية كدرجة أولى فإذا لزم الأمر فـى التقاضى نجرى طرق المرجع. أمـا فـى الولايـات المتحـدة فـإن الجمعيـــة الرسميـــة للمحللــين الكيماويين (ج.ر.ح.ك Association (AOAC of Official Analytical Chemists تعتبر الطرق أولاً كطرق رسمية مؤقتـة أول فعـــل interim official first action عند نشرها فى مجلتها. وعند الموافقة عليها بالتصويت تصبح "رسمية أول فعل official first action" وبعد مدة لاتقل عن سنتين ويعرف أن من يستخدموها قاموا بإستخدامها بنجاح تصبح "رسمية فعل نهائى official final action" بعد التصويت على ذلك فى الإجتماع السنـــوى للـ ج. ر.ح. ك AOAC وتنتشر فـى مجلـــــد "الطرق الرسمية للتحليل Official Methods of Analysis" الذى يخرج كل ٥ سنوات وابتداء من الطبعة السادسة عشر نشرت على هيئة أوراق سائبة loose-leaf وعلى هيئة أسطوانات للحاســـوب CD ROM ويمكـن الإشتراك فى أى من هذيـن الشكلين للحصول على مايستجد من طرق بحيث يصبح لدى المشترك جميع الطرق الجديدة أيضاً.

أما لجنة الدستور الدولى للأغذية The Codex Alimentarins Commission لهيئـة الأغذيـة والزراعة – هيئة الأمم المتحدة فتقسم أنواع تحليل الأغذية إلى:

١– طرق تعريفية defining methods (النوع١ type 1): طـرق كـالتجفيف والطـرق التجريبيـة empirical الأخرى وكذلـك الطـرق التـى تـؤول interpret النتائج بإستخدام معامل مثل محتـوى الـبروتين وهــى تحــدد قيمــة تعــرف بـالتجريب methodology وتســتخدم لأغــراض المعــايرة calibration purposes.

٢– طرق مرجع reference methods (النوع٢ type 2): وهـى تحــدد الكينونـات الكيماويـــة المطلقـــــة absolute chemical entities وتستخدم فـى المنازعـات وفـى أغـراض المعـايرة حيث لاتنطبق طرق النوع١.

٣– طـرق بديلـة موافـق عليـها alternative approved (النوع ٣ type 3): وهـى طــــرق تناســب أغــراض المراقبــة control والتنظيــم regulatory والتى ليست طرق مرجع.

٤– طرق مؤقتة tentative methods (النوع ٤ type 4): وهــى طــرق تقليديـة traditional أو جديدة والتى لم يتم بعد تحديد كفاءتها/نجاحها performance.

التوحيد القياسى فى طرق التحليل standardization of methods

لتجنب أى إختلافات بـين نتـائج التحليل فإنه يتم توحيد قياسـى standardization لهـذه الطـرق. ومن الهيئات التـى تصدر طرقاً قياسية standard methods مايظهر فى الجدول(١).

كذلك فإنه تستخدم طرق إحصائية لتحليل هـذه النتائج كمـا أن الإتحـاد الـدولى للكيميـاء البحتـة والتطبيقيـة قــد وضــع بروتوكــولات protocols

لإعتماد طرق تحليل الأغذية القياسية وللتعبير عن خواصها وكفاءتها performance characteristics. وأيضاً فإن الإعتبارات العامة في إختيار طرق دوستور الأغذية Codex Alimentarius لتحليل الأغذية هي: ١- التخصص specificity. ٢- الدقة accuracy. ٣- الأحكام، الضبط ptrecision داخل المعمل الواحد وبين المعامل المختلفة. ٤- حد الإستبيان limit of detection. ٥- الحساسية sensitivity. ٦- العملية practicality والتطبيق applicability. ٧- الأمان safety. ٨- التكاليف cost.

جدول (١): الهيئات التي تصدر طرقاً قياسية لتحليل الأغذية.

إسم الهيئة	الإختصاص	المجال
١- مؤسسة أبحاث صناعات الذرة	أ.ب.ص.ذ	منتجات
Corn Industries Research Foundation Inc.	CIRF	النشا
٢- الجمعية الألمانية لعلم الزيوت والدهون	ج.أ.ز.د	زيوت
German Society for the Science of Oils & Fats		ودهون
Deutsche Gesellschaft fur Fettwissenschaft	DGF	
٣- الجمعية الأمريكية لكيماويي الحبوب	ج.أ.ك.ح	الحبوب
American Association of Cereal Chemists	AACC	
٤- جمعية المحللين العموميين (المملكة المتحدة)	ج.ح.ع	مختلف
Association of Public Analysts (UK)	APA	
٥- الجمعية الدولية للحساء والشوربة	ج.د.ح.ش	الحساء
International Association of the Stock & Soup Industry		
Association Internationale de l'Industrie des Bouillons et Potages	AIIBP	
٦- الجمعية الدولية للطرق الموحدة لتحليل السكر	ج.د.ط.و.س	السكر
International Commission for Uniform Methods for Sugar Analysis	ICUMSA	
٧- الجمعية الدولية لعصر البذور	ج.د.ع.ب	الزيوت والدهون
International Association of Seed Crushers	IASC	النباتية
٨- الجمعية الدولية لكيمياء الحبوب	ج.د.ك.ح	الحبوب
International Association of Cereal Chemistry	ICC	
٩- الجمعية الدولية لمواصفات الكائنات الدقيقة في الأغذية	ج.د.و.ك.غ	الأغذية
International Commission on Microbiological Specification for Food	ICMSF	عموماً

تابع جدول (١)

إســــم الهيئــــة	الإختصاص	المجال
١٠- الجمعية الرسمية للمحللين الكيماويين (الولايات المتحدة)	ج.ر.ح.ك	الغذاء والزراعة
Association of Official Analytical Chemists (U.S.A)	AOAC	
١١- الجمعية الفرنسية للمقاييس	ج.ف.ق	عامة
French Standards Organization		
Association Française de Normalisation	AFNOR	
١٢- السوق الأوربية المشتركة	س.أ.ش	مختلف
European Economic Community	EEC	
١٣- المعهد البريطانى للمقاييس	ع.ب.ق	عام
British Standards Institution	BSI	
١٤- معهد صناعة البيرة (المملكة المتحدة)	ع.ص.ب	البيرة
Institute of Brewing (UK)	IOB	
١٥- معهد المقاييس الهولندى	ع.ق.هـ	عام
Standards Institution of the Netherlands		
Nederlands Normalisatie Instituut	NNI	
١٦- المكتب الدولى للكاكاو والشيكولاتة وحلوى السكر	م.د.ك.ش.ح	الكاكاو
International Office of Cocoa, Xhocolate and Sugar Confectionery	IOCCC	والحلوى
١٧- المعهد الدولى للكروم والنبيذ	ع.د.ن	النبيذ
International Office of Wine & Vine		
Office Internationale de la Vigne et du Vin	OIV	
١٨- لجنة الشمال لتحليل الأغذية	ل.ش.ح.غ	الأغذية
Nordic Committee of Food Analysis		
Nordisk Metodik-Kommittee för Livsmedal	NMKL	
١٩- لجنة طرق التحليل للجمعية الملكية للكيمياء (المملكة المتحدة)	ل.ط.ح.ك	مختلف
Analytical Methods Committee of the Royal Society of Chemistry (UK)	AMC	
٢٠- المنظمة الدولية لصناعة النكهة	ن.د.ص.ن	النكهة
International Organization of the Flavour Industry	IOFI	
٢١- المنظمة الدولية للمقاييس	ن.د.ق	عام
International Organization for Standardization	ISO	

تابع جدول (١):

المجال	الإختصاص	إســـــم الهيئـــة
الزراعة	هـ.أ.ز (فاو)	٢٢- هيئة الأغذية والزراعة (الأمم المتحدة)
	FAO	Food & Agriculture Organization (UN)
عام	و.د.ك.ب.ط	٢٣- الإتحاد الدولى للكيمياء البحتة والتطبيقية
	IUPAC	International Union of Pure & Applied Chemistry
منتجات	و.د.ل	٢٤- الإتحاد الدولى للألبان
الألبان	IDF	International Dairy Federation
الزيوت	ح.ز.ب.د	٢٥- إتحاد الزيوت والبذور والدهون
والدهون	FOSFA	Federation of Oils, Seeds & Fats Association

وفى مصر يوجد الهيئة العامة للتوحيد القياسى.

إعتماد الطرق accreditation

لضمان جودة التحاليل المعملية فإن هيئات مختلفة تقوم بإعتمادها. ففى المملكة المتحدة تقوم الهيئة القومية لإعتماد القياس The National Management Accreditation Service كجزء من المعمل القومى للطبيعة National Physical Laboratory بمهمة الإعتماد لمعامل تحليل الأغذية التى تقوم بإختبارات كيماوية و/أو فيزيقية و/أو للكائنات الدقيقة microbiology وهى تتفق مع طلبات المنظمة الدولية للمقاييس (المعايرة) International Organization for Standardization (ISO). وكذلك يقوم جزء خدمات ضمان الجودة للمعهد البريطانى للمقاييس British Standards Institution Quality Assurance Services وكذلك هيئة ضمان الجودة للويد Lloyds Register Quality Assurance Ltd. بهذا الإعتماد كجزء من نظام كامل لضمان الجودة. كما تقوم وزارة الزراعة والأسماك والأغذية Ministry of Agriculture, Fisheries and Food فى المملكة المتحدة بالمساعدة فى القيام بتنفيذ حماية الأغذية والبيئة. وفى مجال الكائنات الدقيقة يقوم معمل الصحة العامة Public Health Laboratory بهذه المهمة.

مراقبة جودة التحاليل
analytical quality control

يمكن إستخدام التحاليل المزدوجة duplicate لزيادة الثقة فى التحاليل مع إستخدام خرائط مراقبة الجودة quality control charts لمتابعة الإختلافات المعملية أو الإنحراف drift وكذلك تستخدم المواد معروفة التركيب كمرجع كلما كان ذلك متاحاً. وإن أمكن إستخدام تحليل الإستعادة recovery analysis لكمية معروفة من المادة الجارى تقديرها تضاف للعينة وتقدير مقدار هذه الإستعادة وإذا كان ذلك مقبولاً أم لا.

(Macrae)

تحلل / هدم **decomposition**

هى العملية التى يتم فيها تكسر مادة واحدة أو أكثر إلى مواد جزيئية أبسط بتأثير الحرارة أو الضوء أو النشاط الكيماوى أو البيولوجى وغيره.

(Academic)

تحلل / إنحلال **lysis**

هدم أو تكسر destruction أو إنقسام splitting الخلايا أو الجزيئات.

(Chamber's)

تحلل البروتين **proteolysis**

أنظر: بروتين

تحلل بكترولوجى **bacteriolysis**

تمزيق disruption لسلامة integrity تركيب الخلية البكتيرية مما يسبب إنطلاق محتوياتها.

(Academic)

تحلل ذاتى **autolysis**

هو تكسير المادة الحية بتأثير عمل الإنزيمات المنتجة فى الخلايا الموجودة؛ هضم ذاتى.

(Chamber's)

الحَل/الشبرج/زيت السمسم
sesame oil/gingil oil

أنظر: سمسم

حلة ضغط / قدر كتيم
pressure cooker/pressurecooker

وعاء طبخ محكم ضد الهواء يحفظ أو يطبخ الاغذية بسرعة عن طريق بخار فوق مسخن تحت ضغط

(Academic)

محلى **indigenous**

أصلى native أو يوجد طبيعياً فى مساحة/ناحية معينة.

(Academic)

غير مستورد

(Chamber's)

حلمأة/تحليل مائى **hydrolysis**

هى: ١- تفاعل كيماوى فيه يتفاعل الماء مع مادة أخرى وينتج نواتج الهدم أو غيرها. ٢- تفاعل الماء مع ملح لإعطاء حمض أو قلوى.

(Academic)

المحلمأ/ المحلل مائياً **hydrolysate**

هو ناتج الحلمأة فمثلا محلمأ البروتين عبارة عن خليط من الأحماض الأمينية المكونة عندما يكسر split جزىء البروتين بالحمض أو القاعدة أو الإنزيم.

(Ensminger)

حَلَم

الحالوم **haloum**

لبن يغلظ فيصير شبيهاً بالجبن الرطب وليس به.

(مختار الصحاح)

nipple	حلمة

رأس الثدى. (مختار الصحاح)

هى التركيب ذو الصبغة الذى يبرز بشكل مخروطى فى منتصف كل غدة ثديية وبه حوالى ٢٠ فتحة صغيرة من خلالها يمر اللبن. وهى محاطة بحلقة areola ذات صبغة أغمق. (Academic)

papilla	حليمة

واحدة من بروزات تشبه الحليمة وتعمل فى حواس اللمس والمذاق/الطعم والشم. (Academic)

to become sweet	حلا

صار الشىء حلوا. أى له طعم /مذاق السكر أو العسل. (Random House)

to sweeten	حلى/أحلى

جعل الشىء حلوا.

sweetness الحلاوة

الطعم أو المذاق الحلو.

sweetening التحلية

جعل الشىء حلوا.

المحلى / عامل التحلية

sweetening agent/sweetner

المادة التى تكسب شيئا ما الطعم الحلو.

وهذه المواد عددها كبير وربما فاق المائتين ولكن ليست جميعها صالحة للإستخدام مع الأغذية فقد يكون لها خُلفُة aftertaste مرة أو غير ثابتة أو سامة. والبحث يجرى لإكتشاف مواد جديدة طعمها حلو ولكن أى مادة تصلح كمحلى/عامل تحلية يجب أن تتصف بـ : ١- لها نكهة نظيفة وليس لها خُلفة aftertaste. ٢- سعرها ينافس السكر على أساس قدرة التحلية sweetening power.

٣- تذوب بسهولة وثابتة على مدى متسع من أرقام جيد ودرجات الحرارة. ٤- تقابل إشتراطات الصحة والأمان التى تتطلبها الجهات الحكومية.

(Ensminger & Belitz)

والجدول (١): يعطى بعض المحليات وخواصها.

الطعم الحلو: إحتياجات التركيب والناحية البيولوجية الجزيئية

sweet taste: structural requirements and molecular biological aspects

علاقة التركيب بالنشاط فى المركبات الحلوة

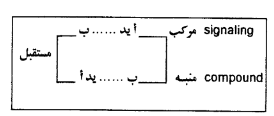
structure-activity relationships in sweet compounds

يتم الإحساس بالحلاوة من مركبات ذات تركيب مختلف. فمثلا للحلاوة المركب يجب أن يحتوى على نظام معطى/مستقبل لبروتونات (نظام أيدس/بس AH_s/B_s-system)

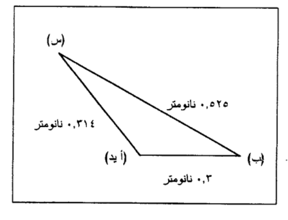
a proton donor/acceptor system

وهذا النظام يجب أن يقابل بعض المتطلبات الجسمية steric requirements والتى يمكن إن تتفاعل مع نظام مستقبل متمم complementary

(نظـــام أيـــدر/بر AH_r/B_r-system) بتضمــــين involvement لكوبربين أيدروجين



ثم تم توسيع النمـوذج بإضافـة تفـاعل غـير محـب للماء مع مجموعة س X توجد فى مكـان معين من الجزىء



وهـذا النمـوذج ينطبـق علـى عـدد مـن المركبـات الحلـوة. ولكـن فـى نمـوذج مكـبر يستبدل نظـام معطـى لأيدروجـين (nucleophilic)/ مســتقبل اليكترونات(electrophilic) (نظام نس/كس n_s/e_s system) بنظــام أيــدس/بس AH_s/B_s-system وإتصـال غـير محـب للمـاء لإتصـال المحلـى مـع مجموعـة س group X. وعلـى ذلـك فالمسـتقبل للمركبات الحلوة يصور تخطيطياً على أنه جيب غير محب للماء hydrophobic pocket يحتوى نظام نر/كر متمم.

وقد ظهر مع كثير من المركبات أنه كلما زاد عدم حـب المـاء hydrophobicity وخـواص مـلء الفراغات للمجموعات غير المحبة للماء تزداد شدة الحلاوة وأنها تصل إلى أكثر مايمكن وفى النهاية تصل إلى حد بعده ينطفىء الطعم/المذاق الحلو أو يتغير إلى طعم مر.

ومواقع المجموعات غير المحبة للماء بالنسبة لنظام ن/ك هو فى غاية الأهمية لظهور وشدة الحلاوة sweetness. ومجموعتان غير محبتين للماء والتى تحتل مناطق فراغية spatial مختلفة بالنسبة لنظام ن/ك e/n تميز المركبات التى لها قوة حلاوة عالية ومن أمثلتها بعض الجوانيدينات والسوبراسبارتام وتحتوى كل منهما على مجموعتين غير محبتين للماء. وأن كان من الممكن أنه بجانب نظام ن/ك e/n فإن مجموعات قطبية polar أخرى تشارك فى الإتصال بالمستقبل.

وبينما مجموعتان قطبيتان (ن/ك e/n) يجب أن توجد فى المركبات الحلوة وعند اللزوم يتم تكملتها بمجموعة غير محبة للماء فإن مركباً ذا طعم همر يتطلب وجود زوج واحد قطبى (نس أو كس n_s or e_s) ومجموعة غير محبة للماء. ويمكن قياس شدة حلاوة مركب عددياً ويعبر عنها بمايلى:

– قيمة عتبة التحديد/الإستبيان (قعع C_{tsv}) threshold detection value (أقل تركيز لمحلول مائى والذى يمكن إدراكه على أنه حلو).

– شدة الحلاوة النسبية لمادة س X بالنسبة لمادة مرجع م S هى خارج قسمة تركيزات ر (و/و w/w) C٪ أو جزىء/لتر (mol/l) لمحاليل متساوية الحلاوة لـ م S و س X:

ع (رم) = ر م / ر س لـ ← رس متساوى كحلاوة رس

$$f(C_S) = C_S/C_X \text{ for } \rightarrow C_S \text{ isosweet } C_X$$

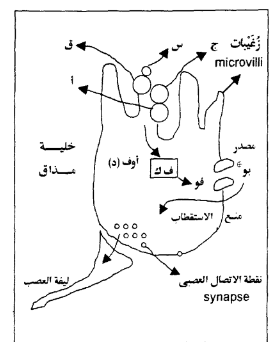
والسكروز في محلول ٢,٥ أو ١٠٪ يستعمل عادة كمادة قياسية (standard) (ع سكر.جم $f_{sac\,g}$) ولما كانت شدة الحلاوة تتوقف على التركيز فإن تركيز المحلول المرجع يجب أن يكون معروفاً [ع(رم)] [f(Cs)]. وعندما يعبر عن شدة حلاوة مادة ما بـ ع سكر جم (١٠) = ١٠٠ = 100 = (10) $f_{sac.g}$ فإن هذا يعني أن المادة ١٠٠ مرة أحلى من ١٠٪ محلول سكروز أو أن ٠,١٪ محلول من هذه المادة هو مساو في الحلاوة مع ١٠٪ محلول سكروز.

الهيئة البيولوجية الجزيئية للحلاوة
molecular biological aspects of sweetness

ربما حدث التتابع cascade التالي في الإنتقال للإحساس بالمذاق فالمركب الحلو س S يرتبط إرتباطاً معيناً ومجسماً stereopecifically بمستقبل البروتين (ق R) الموجود في غشاء خلية المذاق الحساس للحلاوة.

ويحدث تحول في هيئة البروتين المستقبل ويتفاعل مع ج G والذي ينشط أ C سيكلاز الادنيل. وهذا الإنزيم يخلق ٣'، ٥' أدينوسين وحيد الفوسفات (دائري) (أ cAMP) من اثلاف (ادينوسين ثلاثي الفوسفات) وكرسول ثان فإن أ ينشط ف ك (كيناز البروتين PKA) مما ينتج عنه فسفرة phosphorylation للبروتينات من مصدر بو⊕ والتي تقفل بعد ذلك. وإنقاص نقل بو⊕ إلى داخل الخلية يسبب منع الإستقطاب depolirization للغشاء وأخذ كا⊕٢ وإطلاق الناقل العصبي neurotransmitter عند نقطة الإتصال العصبي وبذا يحدث جهداً نشطاً في خلية العصب.

(Belitz)



إنتقال الإحساس بالحلاوة

ق، ج، أ : توجد في الغشاء القمي apical في الزغب الدقيق/زُغَيْبات لخلية المذاق.

أما مصدر بو⊕ ونقطة الإتصال العصبي توجد في الغشاء الجانبي القاعدي basolateral.

ج = بروتينات رابطة لنيوكليوتيدات الجوانين

س = مادة حلوة sweet

ق = بروتين مستقبل receptor protein

أ = سيكلاز الدينيل adenyl cyclase

أ و ف (د) = ادينوسين وحيد الفوسفات دائرى cAMP

ف ك = بروتين كيناز PKA

مصدر بو⊕ = مصدر بوتاسيوم

جدول (١): بعض المحليات وخواصها.

الاسم	التركيب الكيماوى	درجة الحلاوة	السعرات /جم	التقسيم	الاستخدام	ملاحظات
اسبارتام aspartame	(حلقة بنزين) أ يد$_3$ ك // | ك-يد ك \ | يد$_3$ ك أ يد ن | أ=ك | يد$_2$ ن-يد ك | ك-يد$_2$ ك / \\ أ يد أ	١٨٠	٤	مغذى، مخلق/مصنع	مع منتجات حبوب الافطار الباردة، مخلوطات الشراب، الجيلاتين، البودنج، الفوقيات، منتجات الألبان، على المائدة لايستخدم فى الطبخ أو المشروبات الخفيفة لعدم ثباته.	يتكون من الحمضين الأمينيين الاسبارتيك والفينيل الانين. وهو أحلى من السكر فيستخدم منه أقل. لايسبب تآكل الأسنان وليس له خلفة. مصرح باستخدامه فى كثير من البلاد. ويفقد حلاوته بالتخزين كما أنه لايتحمل الحرارة. ولكن ينتج عن تمثيله حمض الفينيل ألانين فلا يصلح مع مرضى الفينيل كيتونيوريا. (Ensminger) أنظر: اسبارتام

تابع جدول (١):

الاسم	التركيب الكيماوى	درجة الحلاوة	السعرات /جم	التقسيم	الاستخدام	ملاحظات
أسيلفام-بو acesulfame-K	يدم ك، أ، أ،كب، ن، بو+، =أ	١٣٠	صفر	غير مغذى، مخلق/مصنع	ثابت تحت ظروف درجات الحرارة المرتفعة فى البسترة والخبيز. يستعمل فى أغذية الحمية وعلى المائدة والمشروبات الخفيفة والعقبة وحبوب الافطار والعلاك والمربى والمرملاد. ويصرح به فى المملكة المتحدة وبعض البلاد الأوروبية. (Macrae)	هو ملح البوتاسيوم لمشتق ٦ الميثيلى لثانى أكسيد الكساثيوزينون (Ensminger) وله طعم حلو نظيف وحاد sharp وتظهر الحلاوة بسرعة وليس له خلفة فى المستويات العادية للاستعمال وله فعل تآزرى مع الاسبارتام والسيكلامات وبدرجة أقل مع الساكارين. وهو بلورات بيضاء ثابت حتى ٢٥٠°م ويمكن تخزينه لعشر سنوات. والحمض الحر ينصهر على ١٢٣,٥°م. وهو يذوب فى الماء ومحاليله فيه على جيد أعلا من ٣ ثابتة ويزيد ذوبانه مع ارتفاع درجة الحرارة. ويذوب بدرجة أقل فى الايثانول والميثانول والأسيتون. (Macrae) وينصهر الملح على ٢٥٠°م ويذوب فى الماء. (Merck)

تابع جدول (١):

الاسم	التركيب الكيماوى	درجة الحلاوة	السعرات /جم	التقسيم	الاستخدام	ملاحظات
الإسم : اليتام L-α-aspartyl-N-(2,2,4,4-tetramethyl-3-thietamyl(-D-alaninamide		التركيب الكيماوى: يد٣ك، كب، ك يد٣، يد٣ك، يد٣ك، ن، يد، أ، يد٢ن، يدن، يد، يد٣ك، يد، أ، ك أ أ يد				درجة الحلاوة: ٢٠٠٠ (Merck) غير مغذى (Merck) ينتظر التصريح باستخدامه (Macrae)
ب ٤٠٠٠ P 4000 ٥-نترو-٢-بروكسيالين 5-nitro-2-proxyan-iline	يد٣ك يد٢ك يد٢ك أ يد٢ن أ٢ن (Merck)	٤١٠٠	صفر	غير مغذى، مصنع	غير مستخدم فى الولايات المتحدة لسميته ويستخدم فى بعض البلاد الأوروبية (Merck)	مشتق من النتروانيلين. سام للفئران. ليس له خلفة مرة. له تأثير مخدر محلى على اللسان والفم. (Ensminger) وهو من البروبانول والبنزول الايثيرى عبارة عن بلورات برتقالية. ينصهر على ٤٧,٥-٨,٥° م ويذوب فى الماء وثابت فى الماء الذى يغلى وفى الأحماض الخفيفة. (Merck)

تابع جدول (١):

الاسم	التركيب الكيماوى	درجة الحلاوة	السعرات /جم	التقسيم	الاستخدام	ملاحظات
ثوماتين thaumatins	بروتينات قاعدية وزنها الجزيئى حوالى ٢١٠٠٠ (Merck)	١٦٠٠ (Ensminger) ٢٠٠٠–٢٥٠٠ على أساس الوزن (Macrae)	٤	مغذى، طبيعى	مصرح به فى الولايات المتحدة والمملكة المتحدة وكندا والمكسيك واليابان بدرجة محدودة. يستخدم مع العلاك والمربى وصلصات الصويا	هو مصدر الحلاوة فى النبات الموجود فى غرب أفريقيا وفى السودان وأوغندا. (Merck) *Thaumatococcus damiellii* من عائلة Marantaceae (Ensminger) وله خلفة تشبه العرقسوس وتستمر. وهو بروتين وحدد ترتيب الأحماض الأمينية فيه وتبلغ ٢٠٧ حمضاً أمينياً. (Macrae) وله خمسة أشكال كلها ١٠٠٠٠٠ مرة أحلى من السكر على أساس الوزن الجزيئى. نقطة تساوى التأين ١١,٧ أو أكثر. وعتبته عند ١٠$^{-٤}$٪ ويفقد حلاوته بالتسخين ويكسر كبارى ثنائى الكبريتيد عند جـ$_{يد}$ أقل من ٢,٥. (Merck)

تابع جدول (١):

الاسم	التركيب الكيماوى	درجة الحلاوة	السعرات /جم	التقسيم	الاستخدام	ملاحظات
جلوكوز/ دكستروز		٠,٧	٤	مغذى، طبيعى	بصفة رئيسية فى الحلويات والنبيذ والمعلبات وفى محاليل الحقن فى الوريد (Macrae)	هو سكر الدم ويغذى خلايا الجسم. يصنع من النشا وهو يعمل بتآزر مع المحليات الأخرى. (Ensminger) أنظر: جلوكوز
جليسريزين					درجة الحلاوة: ١٠٠ السعرات لكل جم = ٤ الاستخدام: أكثر المحليات شديدة الحلاوة الطبيعية التى تستخدم فى صناعة الأغذية والأدوية والنكهة. ملاحظات: فى التركيزات المنخفضة لايظهر خلفة العرق سوس غير المرغوبة وهو يستخلص من جذوره. (Macrae) العرق سوس licorice/liquorice هو *Glycyrrhiuza glabra* L. والمستخدم الصنف تيبيكا typica وأصناف أخرى. والعائلة: البقولية Leguminasae والوزن الجزيئى ٨٢٢,٩٢. ومن حمض الخليك الخلى يحضر على هيئة بلورات ويذوب فى الماء بسهولة وكذلك فى الكحول ولايكاد يذوب فى الايثير. (Merck)	

تابع جدول (١):

الاسم	التركيب الكيماوى	درجة الحلاوة	السعرات /جم	التقسيم	الاستخدام	ملاحظات
جليسين	يد | يد٢ ن-ك-يد | يد أ أ ك	٠,٨	٤	مغذى، طبيعى	يصرح به فى بعض الأغذية	حمض أمينى غير ضرورى. والتربتوفان حلو أيضاً. (Ensminger) ويوجد على ثلاثة أشكال بلورية ألفا α وبيتا β وجاما γ وهو على هيئة مخروط يبتدئ فى التكسر عند ٢٣٣ °م ويذوب فى الماء ويكاد لايذوب فى الايثير. (Merck)
دلسين dulcin ٤-ايثوكسى فينيل-يوريا 4-ethoxy phenyl-urea	يد٢ ن أ ك يد ن (حلقة بنزين) يد٥ ك٢ أ	٢٥٠	صفر	غير مغذى، مصنع	لايستخدم فى الولايات المتحدة	غير مصرح به فى الولايات المتحدة ويستخدم فى بعض البلاد الأوروبية. ومن أسمائه سكرول sucrol وفالدين valzin. (Ensminger) والوزن الجزيئى ١٨٠,٢. وابره لامعة lustrous وتنصهر على ١٧٣-١٧٤ °م وتذوب فى ٨٠٠ جزء من الماء البارد وفى ٥٠ جزء ماء يغلى وفى ٢٥ جزء كحول. (Merck)

تابع جدول (١):

الاسم	التركيب الكيماوى	درجة الحلاوة	السعرات /جم	التقسيم	الاستخدام	ملاحظات
زيليتول xylitol	يد أ يد٢ ك | يد ك أ يد | يد أ ك يد | يد أ يد٢ ك	٠,٨	٤ (Ensminger) ٢,٩ (Macrae)	مغذى، طبيعى	فى العلاك وأغذية الحمية. (Ensminger) وقد سحب من السوق لاحتمال كونه سرطانياً. (Macrae)	قد ينتج السرطان. يوجد فى كثير من الفواكه والخضروات مثل العنيبات والبرقوق الأصفر وعش الغراب. يمكن تحضيرة من المواد النباتية التى تحتوى الزيلانات xylans مثل قشور الشوفان وكوز الذرة. ويمتص ببطء من الأمعاء وقد يحدث اسهالاً. وله طعم بارد عندما يذوب فى الفم ولاتؤيضه بكتريا الفم المحدثة لتسوس الأسنان. (Ensminger) وينصهر على ٩٢-٩٦°م ويذوب فى ى الماء ويمتص فى الأمعاء الصغيرة. (Macrae)

تابع جدول (١):

الاسم	التركيب الكيماوى	درجة الحلاوة	السعرات /جم	التقسيم	الاستخدام	ملاحظات
أورثوبنزوسلفيمايد O-benzosulfimide ساكارين saccharin	أ يد ـ ن أ٢ كب الوزن الجزيئى ١٨٣,١٨، بلوراته تنصهر على ٢٢٨,٨-٢٢٩,٧°م. ١ جم يذوب فى ٢٩٠ مل ماء وفى ٥٠ مل ماء يغلى و ٥ مل جليسرول ويذوب بسهولة فى الكربونات القاعدية.	٥٠٠	صفر	غيرمغذى مصنع	فى المشروبات، المربى والجيلى وعقبة الجيلاتين والبودنج والسلطة وبواسطة المستهلك. (Ensminger) وفى معجون الأسنان وفى تغطية أقراص الأدوية. وهناك قوانين تحد من استخدامه فى بعض البلاد. (Macrae)	تستخدم أملاح الصوديوم والكالسيوم، يمر فى الجسم بدون تغيير ويفرز فى البول ويعتبر من المواد المأمونة GRAS. بعض الدراسات تشكك فى أنه مسرطن. (Ensminger) وله خلفة مرة "معدنية" وتظهر حلاوته ببطء ثم تزداد وتبقى. وللتغطية على خلفته استخدمت كريمة الطرطر ونكهة الليمون lemon والبكتين والجليسين والاسبارتام والسيكلامات ولهما تأثير تآزرى ولكن مخلوطه مع السيكلامات غير مصرح به فى الولايات المتحدة وإن كان يستخدم فى بلاد أخرى. وهو ربما كان مسرطناً لمثانة الفئران. ويسمح به فى المملكة المتحدة بنسبة ٢,٥-٥ مجم/كجم من وزن الجسم. (Macrae)

تابع جدول (١):

الاسم	التركيب الكيماوى	درجة الحلاوة	السعرات /جم	التقسيم	الاستخدام	ملاحظات
ستيفيوسايد stevioside		٣٠٠	٤	مغذى، طبيعى	غير مصرح به فى بعض البلاد ولكن مصرح به فى اليابان. (Macrae)	يعزل من أوراق عشب برى *Stevia rebaudiana* Bertoni وهى من العائلة المركبة Compositae. (Merck) غير سام ويعزل أيضاً مركب مشابه له ريبوديوزيد أ rebaudioside A أحسن منه فى الطعم ويبلغ ١٩٠ مرة حلاوة السكروز. (Ensminger) الوزن الجزيئى ٨٠٤,٩ وبلوراته مسترطبة تنصهر على ١٩٨°م و ١ جم منه تذوب فى ٨٠٠ مل ماء ويذوب فى الديوكسان ومثله فى الكحول. (Merck) وهو مسحوق متبلر وله طعم قارض ومر مع خلفة سبطة. (Macrae)

تابع جدول (١):

الاسم	التركيب الكيماوى	درجة الحلاوة	السعرات /جم	التقسيم	الاستخدام	ملاحظات
سكرالوز sucralose	كل يد ك، يد أ يد٢ ك، كل، يد أ، أ، أيد، أ يد، كل يد ك، يد أ				(Macrae)	درجة الحلاوة: ٦٠٠ الاستخدام: لازال ينتظر التصريح باستخدامه الوزن الجزيئى ٣٩٧,٦٤. وهو على هيئة شراب أما البلورات غير المائية فتنصهر على ١٣٠°م. (Merck)
سكر بيريلا Perilla sugar س ر أ أوكسيم ٥ SRI oxime V	يد أ، ن، يد، يد٢ ك أ يد٢ ك	٤٥٠	صفر	غيرمغذى مصنع	غير مصرح به	يستخلص من *Perilla namkinensis* له طعم نظيف. يستخدم فى اليابان. (Ensminger)

تابع جدول (١):

الاسم	التركيب الكيماوى	درجة الحلاوة	السعرات /جم	التقسيم	الاستخدام	ملاحظات
سكروز sucrose السكر البنى، سكر سائل، سكر أبيض	(تركيب حلقى: يد أ يد٢ ك، يد، يد أ، يد أ، يد، أ يد، يد أ، أ، يد، أ، ك يد٢ أ يد، يد، أ يد، أ يد، يد، يدأيد٢ك)	١	٤	مغذى،طبيعى	كثير من المشروبات والأغذية المعاملة وفى المنزل	ارتباط بين الجلوكوز والفركتوز وهو أقدم المحليات وأكثرها استخداماً وإتاحة. يوجد طبيعياً فى الفواكه ويحضر من قصب وبنجر السكر ويراعى تأثير كثرة استخدامه على زيادة السعرات وتسوس الأسنان. (Ensminger) أنظر: سكروز
سوربيتول sorbitol	يد أ يد٢ ك | يد أ ك يد | يد ك أ يد | يد أ ك يد | يد أ ك يد | يد أ يد٢ ك	٠٫٦	٤ (Ensminger) ، ٣٫٦ (Macrae)	مغذى، طبيعى	فى العلاك، ومنتجات الألبان واللحوم والمغطيات اللامعة icing والفوقيات والمشروبات، وأغذية الحمية، وكمذيب، وفى المكسرات المحمصة الجافة وفى السكر البنى وأغذية حيوانات التدليل وفى جوز الهند المبشور وزبدة السودانى. يعمل كمطرى ومهىء للرطوبة ويخفض من خلفة السكارين ولزيادة امتصاص الفيتامينات والمغذيات الأخرى وفى الأدوية (Merck)	سكر كحولى يوجد طبيعياً فى كثير من الفواكه مثل العنبيات والكريز ولبرقوق والتفاح والكمثرى. ويحضر بهدرجة الجلوكوز. يعتبر من المواد المأمونة GRAS. يمتص ببطء من الأمعاء وتناول كميات كبيرة تؤدى الى الاسهال وهو مهىء للرطوبة humectant ومثبت ومطرى ومثخن وخالب ويحور التبلر ويساعد فى إعادة التميؤ، وعامل مطرى وملدن ولاكساب الحجم bulk. وهو يؤيض الى ك أ٢ ولا يظهر فى الدم كسكر ولذا يستخدم خليط منه مع الجلوكوز فى أغذية الحمية وقد تسمى فى هذه الحالة "أغذية بدون سكر" (Ensminger). إبرى ووزنه الجزيئى ١٨٢٫١٧ وينصهر على ٩٣-٩٧°م ويذوب فى الماء ويمتص فى الأمعاء الصغيرة وبكميات كبيرة قد يسبب متاعب هضمية للأشخاص الحساسين. وهو يثبط المعادن فله تأثير فى مقاومة التأكسد (التزنخ).

تابع جدول (١):

الاسم	التركيب الكيماوى	درجة الحلاوة	السعرات /جم	التقسيم	الاستخدام	ملاحظات
سيكلامات cyclamate	يد أ٣ كب ن يد الوزن الجزيئى للحمض ١٢٩,٢٤	٣٠	صفر	غيرمغذى مصنع	فى كثير من الأغذية والمشروبات. ولكنها ممنوعة فى الأغذية الآن فى كثير من البلاد. وهى تسبب ضمور الخصى فى الفئران. (Macrae) ويستخدم فوق المائدة.	يستخدم عادة لملح الكالسيوم وأحياناً لملح الصوديوم. وهى مساحيق متبلرة بيضاء تنصهر على ١٦٩-١٧٠°م وتذوب بسهولة فى الماء. (Macrae) لايصرح باستخدامه بسبب اشتباه فى تسببه للسرطان فى بعض الحيوانات. (Ensminger) وفى تركيزات عالية له خلفة غير سارة ولكنه فى تركيزات منخفضة يخفى المرارة مما يجعله صالح للاستخدام مع الأدوية خاصة مع السكارين. (Macrae) وهو بلورات حلوة حامضية. (Merck)
فركتوز/ليفولوز fructose	يد أ، ك يد٢أيد، أ، يدأيد٢ك، ايد، يد، يد، يد، يد ا	١,٧	٤	مغذى، طبيعى	المشروبات والخبيز والمعلبات، حيثما يستخدم السكر المحول أو العسل. ويمنع ترمل الجيلاتى. (Merck)	يوجد فى الفواكه، ويمثل ٥٠٪ من سكر العسل، ويوجد فى الشراب عالى الفركتوز وفى السكر المحول وهو يزيد من الحلاوة ويمنع التبلر. (Ensminger) ووزنه الجزيئى ١٨٠,١٦ ويذوب فى الماء بسهولة. (Merck)

تابع جدول (١):

الاسم	التركيب الكيماوى	درجة الحلاوة	السعرات /جم	التقسيم	الاستخدام	ملاحظات
فيلودلسين phyllodulcin	أ يد، أ، أ يد، يد٢ ك أ	٢٥٠	–	طبيعى	غير مصرح به	يعزل من Hydrongea macrophylla Seringe. حلاوته متأخرة مع خلفة عرق سوس. قد يصلح فى الحلوى الصلبة والعلاك وفى منتجات الصحة للفم. (Ensminger) يدرس استخدامه فى الحلوى والعلاك. (Belitz)
مانيتول manitol	يد أ يد٢ ك – يد ك أ يد – يد ك أ يد – يد أ ك يد – يد أ ك يد – يد أ يد٢ ك	٠,٧	٢	مغذى، طبيعى	فى القند والعلاك والحلويات ومنجات الخبيز وأغدية الحمية. (Ensminger) وضد الكعكعة وعامل منكه وعامل اطلاق ومثبت ومثخن. (Merck)	سكر كحولى يوجد فى الأناناس والأسبارجس والجزر والزيتون والأعشاب البحرية. ويحضر بهدرجة المانوز أو الجلوكوز ولا يمتص إلا جزئياً من الأمعاء ويؤيض بدرجة بسيطة ويفرز معظمه فى البول بدون تغير وقد يسبب اسهالاً. وعامل ضد الكعكعة ومثبت ومثخن وفى القوام texturizer ولا تمثله بكتريا الفم فهو يمنع تلف الأسنان. ويستخدم كمدر للبول. (Ensminger) وهو يمتص من الأمعاء. (Macrae) الوزن الجزيئى ١٨٢,١٧ وابره من الكحول تنصهر على ١٦٦–١٦٨°م. يذوب فى الماء والكحول. (Merck)

تابع جدول (١):

الاسم	التركيب الكيماوى	درجة الحلاوة	السعرات /جم	التقسيم	الاستخدام	ملاحظات
مونيلين monellin	يتكون من سلسلتين من الأحماض الأمينية، أ A بها ٤٤ حمض، ب B بها ٥٠ حمض. وحدد ترتيب الأحماض بهما. (Macrae & Merck)	٣٠٠٠	٤	مغذى، طبيعى	لايستخدم	يستخلص من لب العنيبات خفيفة الحمرة للنبات الاستوائى *Dioscoreophyllum cumminsii* (عنيبة السرور serendipity berry) عائلة Menioperaceae. غير ثابت مما يؤثر على احتمالات استخدامه. والاحساس بالمذاق بطىء ويستحب أكل شيىء بعده يكون ذو طعم حلو. (Ensminger) ويذوب فى الماء. (Merck)
ميراكيولين miraculin	جليكوبروتين وزنه الجزينى حوالى ٤٤٠٠٠	–	٤	مغذى، طبيعى	لايوجد	فى الواقع أنه محور للطعم أكثر من كونه محلى فبعد تعريض اللسان له فإن الليمون الحامض يكون له مذاق الليمون الحلو وهو المسئول عن خواص العنيبات الحمراء للنبات *Synsepalum dulcificum* الذى يوجد فى غرب أفريقيا. (Ensminger) ويعد من عائلة السبوتيات Sapotaceae. (Merck)

تابع جدول (١):

الاسم	التركيب الكيماوى	درجة الحلاوة	السعرات /جم	التقسيم	الاستخدام	ملاحظات
نيوهسبيريدين ثنائى اليدروجين neohespiridin-dihydrochalcone		* ١٢٥٠	صفر	غيرمغذى مصنع	غير مصرح به، قد يصلح مع العلاك ومطهرات الفم ومعاجين الأسنان. وفى بلجيكا يستخدم فى البرة. (Macrae)	يصنع من النارنجين الذى يعزل من الموالح وهو بطىء فى إعطاء الاحساس بالطعم ويستمر كعرق سوس. غير سالم. (Ensminger) وزنه الجزيئى ٦١٢,٦٠ ومن الأسيتون يحصل على بلورات تنصهر على ١٥٦–١٥٨°م. (Merck)
هرناندلسين hernandalcin	زيت يحصل عليه من أوراق وأزهار	* ١٠٠٠			استخدمه سكان ارزتيك Arztec people منذ ١٥٧٠ م.	يحصل على الزيت من أوراق وأزهار نبات العشب الحلو (sweet herb) من *Lippia dulcis* Trev. من عائلة Verbanaceae. (Macrae)

* درجة الحلاوة هى بالنسبة للسكروز الذى يُعطى درجة واحدة (١,٠)

يتضح من الجدول(١): أن المحليات يمكن أن تقسم طبقا لوجودها فى الطبيعة أو تصنيعها/تخليقها إلى طبيعية ومصنعة/مخلقة، أو تقسم تبعاً لماتعطيه من سعرات إلى مغذية أو غير مغذية.

والمُحلَى المغذى nutritive sweetener هو المُحلَى الذى يعطى أكثر من ٢٪ من قيمة السعرات التى يعطيها السكروز لكل وحدة مكافئة من قدرة التحلية equivalent unit of sweetening capacity.

أما المُحلَى غير المغذى non-nutritive sweetener فهو المُحلَى الذى يعطى أقل من ٢٪ من قيمة السعرات التى يعطيها السكروز لكل وحدة مكافئة من قدرة التحلية.

(Ensminger)

أما المحليات الطبيعية natural sweeteners فهى المواد الكيماوية التى لها خاصية حلاوة شديدة intense sweetness وأصلها من مكونات جذور أو أوراق أو لحاء نبات ما.

(Macrae)

والمُحلَى شديد الحلاوة هو المُحلَى الأكثر حلاوة بدرجة كبيرة عن المُحلَيات الكربوايدراتية مثل السكروز وهى تسمى أيضاً مُحلَيات غير مغذية

(Macrae)

سواء كان طبيعياً أو مخلقاً. (Belitz)

بدائل السكر sugar substitutes هى تلك المركبات التى تستخدم كالسكر (سكروز، جلوكوز) للتحلية ولكنها تؤيض بدون تأثير الأنسولين ومنها كحولات السكر السوربيتول والزيليتول والمانيتول وإلى حد ما الفركتوز.

(Belitz)

تحلية المياه **desalination**

أنظر: بلال/بالول/الماء، تحلية المياه/إزالة الملوحة.

حلاوة طحينية **halawa tehinieh**

أنظر: طحينة

عرق الحلاوة/شرش الحلاوة (فى الشام)/ العصلج **soapwort/Baucing Bet**

(الشهابى)

الإسم العلمى *Saponaria officinalis*

إسم الفصيلة/العائلة: قرنفلية

Caryophyllaceae (pink)/Silenaceae

بعض أوصاف

الأوراق معاكسة لبعضها غير مقسمة رمحية بغير شعر طولها حوالى ٣ بوصة. والأزهار بيضاء أو وردية والثمار كبسولات.

(Everett)

تزهر فى الصيف وله سيقان تبلغ ١,٥ – ٣ قدم.

حمحم /لسان الثور/ حمحمة

borage

الإسم العلمى *Borago officinalis*

إسم الفصيلة/ الحمحميات Boraginaceae

(الشهابى)

بعض أوصاف

عشبة سنوية، النبات لايزيد عن ٣٠سم وأزهاره مثل النجوم تنمو من تعنقد من أوراق بيضية منعكسة

obovate وتستخدم الأوراق كشاى لزيادة العرق وزيادة التبول أو لتهدئة الأمعاء ويمكن إستخدامه لوضعه على الأورام والأجزاء الملتهبة inflamed للتهيئة.

(Ensminger)

والأزهار زرقاء جميلة ويفضل منعها من الأزهار وتكوين البذور وإلا أصبحت عشبة عديمة الفائدة للمطبخ كثيرة الضرر على المزروعات والعشبة الغضة يذكر مذاقها بمذاق الخيار مع قدر من مذاق الكراويا.

الإستخدام

تستعمل طازجة أو مجففة وتدخل الأوراق في السلطات خاصة سلطة الخيار وتتبل بها الحساء والجبن القريش والخضر الورقية ولحم المحشى وكل ذلك بمقادير صغيرة وعادة تستخدم الأوراق الصغيرة الغضة مفرومة فرماً ناعماً. ومع السبانخ والسلق وماشابهه من خضر فيمكن إستخدام الأوراق الكبيرة.

وهو يفقد كثيراً بالتخفيف والأوراق تذبل بسرعة بعد القطف وتنكمش وتتعفن ولذا يجب تجفيفها بسرعة وهى تطحن بعد ذلك. (أمين رويحة والشهابى)

حمر — to fry

أنظر: تحمير

تحمير — frying

التحمير يستخدم إما كتحمير ضحل shallow frying أو كتحمير عميق deep frying.

◈ **التحمير الضحل**

وقد يسمى pan frying فإن زيت الطبخ يعمل فى نكهة ولون الغذاء ويمنع الغذاء من الإلتصاق بالسطح الساخن للوعاء. التحمير الضحل يعمل على حفظ الأغذية بدون الإحتراق على السطح فيعمل تكون اللون والنكهة من التفاعل بين البروتين والكربوايدرات والدهن ونواتج أكسدتها. وفى حالة التحمير الضحل يستخدم الزيت مرة واحدة ولايوجد مايدعو للأكسدة.

◈ **التحمير العميق**

بالنسبة للتحمير العميق فإن الغذاء ينغمس فى زيت ساخن وأن الزيت يعاد إستخدامه ويمكن أن يحتفظ به على درجة حرارة عالية لمدد طويلة وبجانب ذلك فإن المواد الدهنية ومواد أخرى تطبخ أيضاً يمكن أن تنتقل إلى زيت التحمير. وفى بعض الحالات فإن التحمير العميق يوجب إستخدام زيت معين مثل زيت فول الصويا أو زيت سلجم حقلى rapeseed oil. فإذا كان التحول turnover أقل وكان الثبات ضد الأكسدة هو المطلوب مثل فى حالة الإحتفاظ بالزيت حاراً معظم ألوقت فإن إستخدام زيت نباتى مهدرج بحيث يصبح التشبع أقل كثيراً وبذا يزداد الثبات ويمكن هدرجة الزيوت إلى درجات مختلفة بحيث يحسن الثبات ضد الأكسدة للمحافظة على إستساغة طيبة دون الشعور بالطعم الشحمى. وبذا يمكن إختيار الطعم المناسب للناتج.

وفى مثال لناتج يحتاج إلى رقم تحول عال فإن تحمير البطاطس يكوّن مادة تحمير مستمرة وفيها

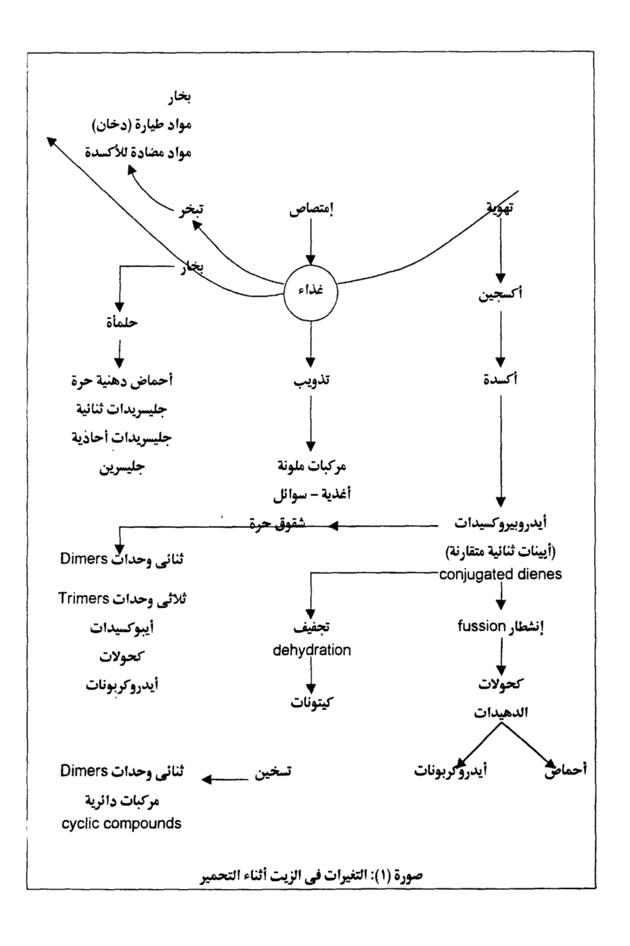
يكون إمتصـ ن الزيت حوالى ٣٢- ٤٠٪ ويكون التحول فى الزيت عالياً بحيث يمكن إستخدام زيوت سائلة غير مشبعة بنجاح خاصة كمخلوط مع زيوت مثل زيت النخيل أو مثل الجزء السائل منه.

وفى العمليات التى يحتفظ فيها بالمحمرات دائماً ساخنة فإن الزيوت بدرجاتها غير المشبعة والتى يتوصل إليها بالهدرجة تفضل مثل زيت فول الصويا الذى ينخفض فيه عدم التشبع من ١٣٠ - ١٣٥ إلى ٧٠ - ٧٥ أو زيت النخيل من ٥٥ إلى ٤٠ - ٤٥. وفى بعض الحالات يستخدم ذلك مع الفراخ ، ويخرج دهن الفراخ إلى زيت التحمير مما ينتج عنه تحول فى دهن التحمير سريع. وفى بعض الحالات يجرى التحمير والسوتيه souteing مع بعضهما مع تجنب تكون نكهة قوية وفى حالة التحمير العميق يعطى حياه أحسن وكانت الزيوت مثل زيوت النخيل أحسن فى ذلك مع السمك والبطاطس حيث يوجد زيت النخيل الذى يفضل على الزيوت الأخرى لأنه أقل فى عدم التشبع عنها.

التغيرات أثناء التحمير

الزيوت النباتية تنهدم أثناء التحمير كنتيجة للحلمأة والأكسدة وتكوين الحلقات والبلمرة (الصورة ١). ولما كانت عملية التحمير تتم على درجات حرارة مرتفعة وفى وجود أكسجين فإن كلاً من عمليتى الحرارة thermal والأكسدة تأخذ مكانها فى نفس الوقت مما ينتج عنه مواد طيارة وغير طيارة. وإن طبيعة وكمية هذه المواد تتوقف على نوع وظروف الغذاء الذى يجرى تحميره ولكن حيث أن هذه المواد الناتجة تتجمع (فى الغذاء) فإنها تسبب نكهات غير مرغوبة فى الغذاء مما يدعو إلى التدخين وتكوين الرغاوى وتكوين ألوان غير مرغوبة فى وسط التحمير. وتؤدى الحلمأة إلى زيادة الحموضة فى دهون التحمير نظراً لتكون الأحماض الدهنية الحرة والجليسريدات الأحادية والثنائية من الجليسريدات الثلاثية، كما أن نوعاً من الصابون يتكون ويعمل على إسراع تكسر وسط التحمير كما يحدث تكون وتكسر أيدروكسيدات متوسطة بسرعة ولكن تكون هذه المنتجات غير ثابت وتعانى من أكسدة بحيث ينتج كل من مواد متطايرة وغير متطايرة وينتج عن ذلك حلمأة وأكسدة للنواتج بحيث نحصل على نواتج أكثر قطبية من الجليسريدات الثلاثية التى لم تتغير.

المونومورات (الوحيدات) monomers الدائرية للأحماض الدهنية هى من منتجات التدوير الداخلى intramolecular cyclization للجزيئات أى أنه عندما تسخن الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع تكون أولا حماضاً دهنية متقارنة conjugated وهذه بدورها تدوّر cyclize، فمثلاً مشابهات حمض اللينولينيك المتقارنة conjugated تدوّر إلى مشابه سيكلوهكسا ثنائى إينايل cyclohexadienyl. ووجود ثانى وحيد dimers للأحماض الدهنية قد وجد فى الدهون التى تسخن.



صورة (١): التغيرات فى الزيت أثناء التحمير

إن الجليسريدات الثلاثية البوليمر التى توجد فى الزيوت النباتية التى أسيء تسخينها تنتج من تكثف إثنين أو أكثر من جزيئات الجليسريدات الثلاثية لتكون مركبات عالية القيمة الجزيئية. وتكوّن البوليمر يؤدى إلى زيادة فى اللزوجة. وفى حالة زيت فول الصويا وزيت عباد الشمس فإن وجود ٧ - ١٠٪ جليسريدات ثلاثية متبلرة يؤدى إلى ظهور رغاوى ثابتة. وزيادة نسبة البوليمر يمكن أن يؤثر على خواص إنتقال الحرارة لزيت التحمير مما يؤدى إلى زيادة إمتصاص الزيت وهذا يؤدى إلى غذاء شحمى غير مستساغ والذى يصعب إنتاجه إقتصادياً.

فيرى أن إستخدام زيوت نباتية للتحمير يمكن أن يؤدى إلى أن تحتوى جليسريدات ثلاثية متبلرة وكثيراً من مشتقات الجليسريدات الثلاثية المؤكسدة ومواد دائرية وبعض النواتج المتكسرة. ونسبة مكونات الزيوت النباتية المسخنة يتأثر بعوامل مثل درجة الحرارة والتعرض للأكسجين ووقت التسخين وسعة التحمير ورقم التحول وطريقة إنتقال الحرارة والمعادن الملامسة للزيت وغيرها.

وهناك ثلاث طرق يمكن للمواد أن تؤثر بها على زيت التحمير:

١- بإطلاق مواد مؤكسدة أو مواد مضادة للأكسدة فى زيت التحمير وبالعكس فإن المواد المؤكسدة والمواد المضادة للأكسدة يمكن أن تمتص على المادة التى يتم تحميرها.

٢- بإمتصاص مواد دهنية مؤكسدة على مادة التفاعل.

٣- بالتأثير التآزرى لكافة المجموعات الوظيفية الموجودة فى الغذاء كمواد تفاعل ثانوية أو كشقوق حرة فى الغذاء.

وإن إنتشار الزيوت الطيارة من العشب herbs والتوابل spices أظهر إنه يزيد من ثبات زيوت التحمير. فالجزر يعتقد أنه يحمى وربما كان ذلك راجعاً لإنتقال صبغات الكاروتينويدات. والمواد المحمرة يمكنها أن تربط المعادن الثقيلة مثل النحاس والحديد إلى معقدات غير فعالة فى الزيت، وبذا تؤخر من الأكسدة.

كما أن إنتقال المواد المضادة للأكسدة من الزيت إلى الغذاء المحمر معروف جيداً ويحسن من الثبات على الرف للناتج المحمر.

كما أنه تم معرفة أن المواد المحمرة تمتص بتفضيل مواد الأكسدة وبذا تحسن من حياة وسط التسخين.

وتفاعلات الأكسدة والبلمرة التى تحدث خلال التحمير تؤخر بواسطة المواد المحمرة.

تأثير مضادات الأكسدة فى عملية التحمير
the influence of antioxidants in the frying process

الأكسدة تحدث عند مواقع الروابط المزدوجة double bond sites كشقوق حرة لتفاعل متسلسل chain reaction. والتفاعل ذاتى فى أن شق حر ينتج من فقد بروتون من كربون ألفا ميثيل يكون عرضة للمهاجمة بالأكسجين مما ينتج عنه تكون ايدروبيروكسيدات. والشقوق الحرة المتكونة تكون أساساً للأكسدة وبذا فهى تعمل على زيادة

التفاعل والسلسلة تنتهي بالإتحاد بشق حر أو بتدخل مضاد الأكسدة.

ومقدرة مضاد الأكسدة على وقف الشق الحر يبنى على وجود تركيب فينولي في التركيب الجزيئي فهذه تعمل كمستقبل للشق الحر ليكون مضاد أكسدة شق حر ثابت والذى لايشجع أكسدة بعد ذلك للجليسريد الثلاثي وهذا التركيب الفينولي في مضادات الأكسدة المخلقة مثل الأيدروكسي انيسول البيوتيلي (أ.أ.ب BHA butylated hydroxy anisole، والأيدروكسي توليوين البيوتيلي (أ.ت.ب BHT butylated hydroxy toluene ورابع بيوتيل ايدروكسي كينون (ر.ب.أ.ك TBHQ tertiary butyl hydroxy quinone. والمركبات المضادة للأكسدة التي تظهر هذا التركيب هي التوكوفيرولات التي توجد في الزيوت النباتية والروزماري ثنائي الفينول rosmaridiphenol الذي يوجد في اكليل الجبل/حصا البان rosemary.

وقد وجد أن مضادات الأكسدة التي تمتص بواسطة الغذاء المحمر من وسط التحمير، حتى مستويات منخفضة، يمكنها أن تمد حياة الرف للغذاء بأن تقلل من معدل الأكسدة للزيت الممتص. فمثلاً إن إضافة التوكوفيرول إلى زيت النخيل المستخدم في تحمير الشرائطية noodles زاد من عمرها التحميري بمقدار ٣٥٪ مع أن ثبات الشرائطية أظهر أنه زاد بمقدار ٣/٢ وفي عمليات التحمير المستمرة فإن إضافة زيت طازج جديد يحافظ على مستوى مضاد الأكسدة في الزيت.

وثاني ميثيل عديد السيلوكسان dimethyl polysiloxane (سيليكون silicone) وهو مضاف مرغوب فيه لزيوت التحمير أساساً يمنع تكون الرغاوى الثابتة. فالسليكون يعمل على حماية الزيت نظراً لتركزه على السطح وتعمل الأكسدة على بيسطح الهواء-زيت وعلى ذلك فوجود السيليكون في طبقة واحدة يمكن أن يعمل على هيئة حاجز يمنع الجو من الأكسدة. وكبديل لهذا الميكانيزم فإن طبقة السيليكون الوحيدة تؤخر من التيارات الناقلة على السطح والتي وجد أنها تؤثر على الأكسدة. والسيليكون في زيت التحمير يأخذه الغذاء الذي يتم تحميره وعادة يكون مستوى الإضافة ٢جزء في المليون على الأقل وإذا زاد عن ١٠ جزء في المليون فإنه يشجع على تكوين الرغاوى.

وإن تأخير أو منع تكسر زيت التحمير هو أحد أهم عوامل المشتغل بالغذاء لأنه يثبت أن الشخص مهتم بالجودة فيجب مراعاة درجة الحرارة ورقم التحول ورقم الترشيح لأنها جميعاً تضيف إلى عمر التحمير. ومواد الإمتزاز adsorbents مبنية على أساس برليت/صخر لؤلؤى ممتد perlite يحتوى ماء وحمض ستريك تم تشجيعها على أساس إزالة مواد سطحية صابونية والتي يمكن أن تنتج في المحمرات، بجانب إزالة أحماض دهنية حرة ومركبات قطبية وغير قطبية وبذا فإنها تمد من حياة التحمير للزيت. وإزالة هذه الشوائب يحافظ على مقدرة نقل الحرارة لزيت التحمير وبذا ينقص من إمتصاص الزيت في المادة.

وأحياناً فإن المشتغلين بالتحمير وجدوا أنه من الضرورى التخلص من جزء من زيت التحمير من أجل أن "يغلى boiled" لإزالة أى رواسب متبلمرة من أجهزة التحمير مع العلم بأن هذا لايؤدى إلى إستخدامه كوسط للتحمير أو ينقى لأى إستعمال آدمى آخر. ويمكن إستخدامه – بنسب صغيرة – فى تغذية الحيوان لإعطاء طاقة، ولكن يجب أن يضبط مستويات المواد المتبلمرة حتى لاتزيد عن مستوى معين. (Macrae)

أحمر **red**

أنظر: ألوان

الحمر/ تمر هندى **tamarind**

أنظر: تمر هندى

اليحمور **haemoglobin**

أنظر: هيموجلوبين ؛ بروتين

حمص **chickpea / Bengal gram / boot / chana / chola / chhole / garbanzo bean / gram / hommes / pois chiche / Egyptian bean / ram's head-pea**

الإسم العلمى *Cicer anietinum* L.

الفصيلة/العائلة: القرنية (Fabaceae)

(Chavan *et al.*)

Leguminosea

(Everett)

بعض أوصاف

هو نبات حولى كثيف bushy عليه شعر hairy وقد يبلغ قدمين فى الطول ولونه رمادى أخضر. والأوراق تتكون من وريقات مائلة للإستدارة roundish والأزهار منفردة solitary إبطية axillary بيضاء إلى محمرة والقرون –وهى الثمار– مزغبة رائعة (بأناقة) finely-pubescent – تفرز حمض الأكساليك بكثرة وتحتوى بذوراً مبططة flattish لها شكل رأس الخروف.

(Everett & Stobart)

وبناء على لون البذرة والتوزيع الجغرافى تجمع أصناف الحمص فى نوعين types:

أ- ديزى desi وهى من أصل هندى وبذورها مكرمشة عند الطرف المدبب beak وقد تكون بنية اللون أو بنية قليلاً fawn، صفراء، برتقالية، سوداء أو خضراء.

ب- كابولى kabuli ولونها أبيض إلى كريمى أو بيج وأصلها من منطقة البحر الأبيض المتوسط والشرق الأوسط وهى أكبر حجماً. وفى مصر بذور الحمص الخضراء والطرية تسمى ملانة. والإنتاج العالمى من هذا النوع حوالى ٢ مليون طن معظمه فى منطقة البحر الأبيض المتوسط. وعموماً فإن الحمص هو ثالث أهم محاصيل البقول فى العالم. (Attia)

التركيب **structure**

يعطى تشافان وآخرون .Chavan *et al* تركيب نوع ديزى للحمص بأنه ١٤،٥ – ١٦،٤٪ للقصرة والفلقات ٨٢.٩ – ٨٤٪ والجنين ١،٢ – ١،٥٪ من وزن البذرة فى حين أن عطية Attia يعطى لصنف

الكابولى لثلاثة أصناف تزرع فى مصر جيزة ١ (يزرع فى شمال مصر) ٦,٧٪ للقصرة، وصنف جيزة ٢-ل (يزرع فى شمال مصر أيضا) ٦,٨٪ للقصرة، صنف جيزة ٢-يو (يزرع فى جنوب مصر) ٩,٦٪ لهذه القصرة. علما بأنه وجد أن فى البذور الجافة الكاملة لهذه الأصناف ٨٨,٢٪ من صنف جيزة ١ كانت لها أقطار أكبر من ٦ مم وأقل من ١٠ مم، وجيزة ٢-ل كانت أقطارها ٨٥٪ أكثر من ٥ مم وأقل من ٧ مم فى حين جيزة ٢ كانت جميع أقطارها أقل من ٦مم. فى حين أنه أعطى ٣١,٠٪ للقصرة فى الملانة من جيزة ١ وبعد التجفيف كانت ٦,٧٪، أما بذور جيزة ٢ الجافة فكانت قصرتها ٩,٦٪ وبعد التحميص كانت ٩,٣٪.

التكوين الكيماوى chemical composition

يعطى تشافان وآخرون .Chavan *et al* الأرقام التالية للتكوين التقريبى لأجزاء بذرة الحمص (جدول ١).

جدول (١): التركيب التقريبى للحمص.

(تبعا لتشافان)

المكون	القصرة	الفلقات	الجنين	البذرة الكاملة
بروتين ٪	٣,٠	٢٥,٠	٣٧,٠	٢٢,٠
دهن ٪	٠,٢	٥,٠	١٣,٠	٤.٥
الياف خام ٪	٤٨,٠	١,٢	-	٨,٠
كربوايدرات ٪	٤٦,٠	٦٦,٠	٤٢,٠	٦٣,٠
فوسفور مجم ٪	٢٤,٠	٢٩٠,٠	٧٤٠,٠	٢٦٠,٠
حديد مجم ٪	٨,٠	٥,٠	١١,٠	٦,٠
كالسيوم مجم ٪	١٠٠,٠	٧٠,٠	١١٠,٠	٢٠٠,٠

ولم يذكر نسبة الرطوبة.

فى حين يعطى عطية وآخرون (.Attia *et al*) الأرقام التالية لتكوين البذور الكاملة من نوع الكابولى كاملة جافة ومزالة القشرة (جدول ٢).

جدول(٢): تكوين بعض أصناف الحمص.

(تبعا لعطية)

نوع البذرة	بروتين	مستخلص الايثير	الرماد	الرطوبة
	جم/١٠٠ جم على أساس الوزن الجاف			٪
جيزة١: بذور كاملة جافة	٢٠,٧	٦,٤١	٣,٩٦	١١.٤١
مزالة القشرة	٢١,٤	٦,٧٧	٣,٥٤	١٠,٦١
جيزة٢: بذور كاملة جافة	٢٢,٣	٦,٢٣	٣,٤٧	٩,٦٤
مزالة القشرة	٢٤,٦	٦,٥٦	٣,٢٥	١٠.٢٨
جيزة٢يو: بذور كاملة جافة	٢٣,٤	٦,٦٩	٢,٦٤	٩,٥٠
مزالة القشرة	٢٤,٧	٦,٧٣	٢,٤١	٩.٤٥

ولم يذكر نسبة الكربوايدرات ولكنه تكلم عنها وعن مكوناتها وحدها.

نسبة البروتين

ذكر تشافان وآخرون (Chavan *et al*.3) أن الأجزاء الخارجية من الدال dhal (الحمص أو البقل بعد إزالة القشرة) بها بروتين أكثر من الأجزاء الداخلية. وأن نسبة البروتين تتأثر بالتركيب الوراثى وبعض عوامل البيئة مثل مكان الزراعة ونوع التربة والرى والتسميد والخدمات الزراعية الأخرى.

ويعطى تشافان الجدول ٣ لنسب الأحماض الأمينية المختلفة فى بذرة الحمص الكاملة وأجزائها.

جدول (٣): نسب الأحماض الأمينية المختلفة فى بذور الحمص وأجزائها (جم/١٦ جم بروتين)

الحمض الأمينى	البذرة الكاملة	القصرة	الفلقات	الجنين
ارجنين	١٠,٩	٤,٢	١٠,٨	١٠,١
اسبارتيك	١٢,٢	٩,٠	١١,٨	١٠,٤
ايزوليوسين	٤,٥	٣,٥	٤,٢	٤,١
الانين	٤,٠	٣,٩	٤,٢	٥,١
برولين	٤,٠	٣,٩	٣,٩	٢,٦
تربتوفان				
تيروسين	٢,٨	٢,٤	٢,٧	٣,٢
ثريونين	٤,٠	٣,٧	٣,٨	٤,٥
جلوتاميك	١٦,٣	١٠,٧	١٦,١	١٧,٦
جليسين	٤,١	٤,٣	٣,٩	٤,٦
ستين	١,٣	١,١	١,٥	1.5
سيرين	٥,٥	٤,٧	٥,٣	٥,٠
فالين	٥,٠	٥,٢	٤,٨	٥,١
فينيل الانين	٥,٥	٤,٦	٥,٥	٤,٣
لوسين	٧,٦	٦,٣	٧,٢	٧,٤
ليسين	٦,٢	٥,٠	٦,٧	٧,٩
مثيونين	١,١	١,١	١,١	١,٥
هستيدين	٢,٧	٢,٤	٢,٧	٢,٦
المجموع	٩٧,٧	٧٦,٠	٩٦,٢	٩٧,٧
نسبة استعادة النتروجين ٪	٩١,٥	٥٤,٤	٨٩,١	٨٨,٥

ويختلف البحاث فى أن الأحماض الأمينية هى المحددة limiting فى الحمص فالبعض يعتقد أن التريبتوفان (حيث لم يجده بعض البحاث) وآخرون يعتقدون أن الأحماض الأمينية الكبريتية هى المحددة وبعدها الفالين والثريونين والتربتوفان أما هيئة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة فتعتبر أن التربتوفان والفالين هما الأحماض الأمينية المحددة.

تجزئة البروتين fractionation

إن بروتينات التخزين فى الحمص تشمل الألبيومين والجلوبيولين والبرولامين والجلوتيلين ونتروجين غير بروتينى بنسب ١٢,٦ ، ٥٦,٦ ، ٢,٨ ، ١٨,١ ، ١١,٢٪ بالتعاقب/على التوالى فى البذرة الكاملة وبنسب ١٥,٩ ، ٦٢,٧، ٢,٣ ، ١٧,٧ ، ١٠,٧٪ على التوالى أيضاً فى الفلقات.

وقد وجد أن أكبر أجزاء الجلوبيولين فى البذرة هو بروتين ١٠,٣ س 10.3 s protein ويتكون من ثلاث وحدات.

القيمة الحيوية

أعطيت القيم الآتية لبروتين الحمص (جدول ٤)

القيمة البيولوجية	٥٢,٠ – ٨٥,٠
نسبة كفاءة البروتين	١,٢ – ٢,٦٤
معامل الهضم	٧٦,٠ – ٩٢,٨
صافى استخدام البروتين	٨٧,٠ – ٩٢,٠

وتفاوت هذه القيم يشير إلى الإختلافات الوراثية فى قيمة البروتين للأصناف المختلفة للحمص. ولكنه أحسن من اللوبيا أو الماش فكان الإستخدام الصافى للبروتين أعلا فى الحمص عن فول الصويا أو البسلة أو الفاصوليا أو العدس وكانت نسبة كفاءة البروتين أعلا فيه عن فول الصويا أو الفول أو بسلة الحمام/ الكونجو أو الماش أو الأرد black gram.

الكربوايدرات carbohydrates

يعطى تشافان وآخرون Chavan *et al.* نسبة الكربوايدرات فى الحمص مابين ٥٢,٤ – ٧٠,٩٪ وأهمها النشا كما هو ظاهر فى الجدول (٥).

جدول (٥): كربوايدرات (بذور) الحمص.

المكون	النسبة المئوية
كربوايدرات كلية	٧٠,٩ – ٥٠,٦
نشا	٥٠,٨ – ٣٧,٢
أميلوز (٪ من المجموع)	٤٥,٨ – ٣١,٨
سكريات كلية	٩,٣ – ٤,٨
سكريات مختزلة	٠,١
سكروز	٢,٩ – ٠,٧
رافينوز	آثار – ٣,٠
فرباسكوز verbascose	آثار – ٤,٥
ستاكيوز stachyose	٦,٤٨ – ٠,٥
مانينوتريوز manninotriose	٣,١ – ١,٦
ألياف خام	١٣,٥ – ٧,١
سليولوز	٩,٧ – ٧,١
هيميسليولوز	٨,٧ – ٣,٥
مواد بكتينية	٣,٨ – ١,٥
لجنين	٥,٩ – ٢,٢
ألياف غذائية	٢٢,٧ – ١٩,٩

وعلى ذلك فالنشا هو المكون الكربوايدراتى الرئيسى للحمص وأصناف الديزى desi نسبة النشا فيها أقل عن أصناف الكابولى kabuli. وقد وجد أن درجة حرارة التجلتن تبلغ ٦٣,٥ – ٦٥ – ٦٨°م وكانت قيمة الميل لليود iodine affinity value ٦,٠٨٪. وأظهر النشا المنقى طوراً وحيداً single-stage فى الإنتفاخ والذوبان وكان له قيم لزوجة مشابهة للنشا المتشابك cross-bonded. وأظهر الأميلوبكتين (وهو الجزء الأكبر من نشا الحمص) قيمة ميل لليود تبلغ ١,٥١٪ وأن طول السلسلة بلغ ٢٢ وحدة. أما الأميلوز فكانت قيمة الميل لليود له ١٨,٨٨٪ وأن درجة التبلمر كانت ١٣٠٠ وحدة جلوكوز مما قد يكون له تأثير على الهضم وإنتاج غازات flatulence/انتفاخ البطن.

أما السكريات المختزلة وغير المختزلة فكونت معظم بقية الكربوايدرات وكانت الأصناف الصفراء محتوية على سكريات أحادية وسكروز أكثر من مجموعة الرافينوز إذا قورنت بالأصناف السوداء وكانت مستويات السكروز ومجموعة الرافينوز أعلا فى أصناف الكابولى عنها فى أصناف الديزى والمعروف أن هذه المجموعة من السكريات (مجموعة الرافينوز) لها علاقة بإنتاج الغازات flatulence فى الإنسان والحيوان.

وارتبطت نسبة الألياف الخام بنسبة القصرة التى تتراوح نسبتها كثيراً فى أصناف بذور الحمص المختلفة. وهى أعلا بصفة جوهرية فى أصناف ديزى عن أصناف الكابولى. ويعتقد أن أصناف الكابولى تمتاز عن أصناف الديزى من حيث القيمة السعرية وفى إستخدام المغذيات nutrients فى كل من الدال dhal والبذرة الكاملة. وكان لألياف قصرة الحمص أعلا تأثير فى خفض نسب الكوليسترول.

أما عطية وزملاؤه Attia *et al.* فيعطون الأرقام التى تظهر فى الجدول ٦ لأصناف كابولى ويقولون

أن هناك إختلافات مابين الأصناف نتيجة لمكان زراعتها وأن التقشير أظهر أنه يؤدى إلى زيادة جوهرية فى السكريات المختزلة والنشا.

أما عن هضمية الكربوايدرات فإن تشافان قال أن الحمص به أعلا نسبة للكربوايدرات غير القابلة للهضم من بين البقول المستهلكة فى الهند. وأن أصناف الكابولى أعطت هضمية أعلا فى الأنابيب الزجاجية *in vitro* عن أصناف الديزى. ويؤدى نشا الحمص إلى خفض معدل النمو فى الفأر. كما أن نشا الحمص يقلل من إتاحة كل من الليسين والمثيونين عندما يغذى الفأر كيزيناً ومعه نشا حمص وقد يرجع ذلك إلى تأخير أو عدم الهضم الكلى للبروتين والذى يسببه النشا.

جدول (٦): كربوأيدرات بذور الحمص الكابولى جافة كاملة وبعد التقشير*.

الصنف	نشا	سكريات					ألياف غذائية**				
		مختزلة	غير مختزلة	سكروز	رافينوز	ستاكيوز وفرباسكوز	ل.ن.ع	ل.ن.ح	هـ.س	سل	لجنين
جيزة ١											
ملانة	٤٢,٦٩	٠,٦٦	٦,٩٩	١,٩٤	١,٤٦	٢,٢٤	٩,٧٤	٤,٨٠	٤,٩٤	٣,١٥	١,٥٣
جاف كامل	٤٣,١٣	٠,٤٨	٨,٢٠	٢,٠٤	١,٦٩	٢,٦٨	١١,٢٠	٥,٣٢	٥,٨٨	٣,٥٨	١,٦٥
مقشر	٤٤,٧٨	٠,٥٦	٨,٢١	٢,١١	١,٧٦	٢,٧٦	٣,٥٢	١,٨٠	١,٧٢	١,٢٤	٠,٥٣
جيزة ٢-ل											
جاف كامل	٤٧,٩	٠,٥٢	٧,٧٨	٢,٠١	١,٦٧	٢,٥٢	١١,٧٣	٥,٦١	٦,١٢	٣,٦٥	١,٧٨
مقشر	٥٤,١١	٠,٦٤	٨,١٢	٢,١٤	١,٧٥	٢,٧٢	٣,٥٦	١,٧٥	١,٨١	١,٨١	٠,٤٩
جيزة ٢-يو											
جاف كامل	٤٣,٦٧	٠,٤٤	٧,٣٤	١,٩٢	١,٥٨	٢,٤٧	١٥,٥١	٧,٢٠	٨,٣١	٤,٨٩	٢,١٥
مقشر	٤٧,٢٤	٠,٤٧	٧,٥١	١,٩٥	١,٦٥	٢,٥٤	٣,٧٢	١,٧٨	١,٩٤	١,١٥	٠,٥٦

* جم/١٠٠ جم على أساس الوزن الجاف.

** ل.ن.ع : ألياف منظف متعادل neutral detergent fibre NDF

ل.ن.ح : ألياف منظف حامضى acid detergent fibre ADF

هـ. س : هيميسليولوز سل : سليولوز

الدهون lipids

يقول تشافان أن نسبة الدهون فى الحمص تتراوح مابين ٣,١ ، ٦,٩٪ فى حين أن عطية وزملاؤه Attia *et al.* يعطى نسبة المستخلص الإيثيرى فى الملانة بأنه ٦,٦٧٪ فى صنف الكابولى جيزة ١ وأن نسبة هذا المستخلص فى البذور جافة فى نفس الصنف

كانت ٦٤,١٪ وفى صنف جيزة٢-ل كانت ٦,٢٣٪ وجيزة٢.يو كانت ٦,٦٩٪ وأن هذه النسب زادت قليلاً بعد التقشير. ويقول تشافان أن معظم الدهن المتعادل هو جليسريدات ثلاثية وأن الليسيثين هو أهم مكونات الدهون القطبية وأن الأحماض غير المشبعة كونت ٦٧,١٣ بلغت الأحماض المشبعة ١٠,٤٢٪ والأحماض المشبعة أهمها البالمتيك ٩,٢٢٪ واستياريك ١,٢٪ والأحماض غير المشبعة كانت الأولييك ٢١,٨٤٪ واللينولييك ٢٣,٢٩٪ واللينولينيك ٢,٠٪ وبذا ينضم دهن الحمص إلى أليافه الخام وبروتيناته في خفض نسبة الكوليسترول.

المعادن minerals

أعطى تشافان وزملاؤه Chavan *et al.* نسبة الرماد فى البذرة الكاملة على أنها تراوحت مابين ٢,٠٤ - ٤,٦٧٪ وفى الفلقات المقشورة (دال dhal) مابين ٢,١ - ٣,٧٪ بينما أعطى عطية وزملاؤه Attia *et al.* هذه النسب فى ملانة جيزة ١ (بذرة كاملة) ٣,٨٩٪ وفى البذرة الجافة ٣,٩٦٪ بينما فى صنف جيزة ٢ كانت هذه النسبة ٢,٦٤٪ وأن التقشير أدى إلى خفض هذه النسب إلى ٣,٥٤٪ فى جيزة ١ وإلى ٣,٢٥٪ فى جيزة٢-ل وإلى ٢,٤١٪ فى جيزة٢-يو. ويقول تشافان أن الحمص مصدر جيد للمعادن الغذائية مثل الكالسيوم والفوسفور، والمغنيسيوم والحديد والبوتاسيوم وأن الفرق بين البذرة الكاملة والدال dhal (المقشرة) هامشى فيما عدا الكالسيوم الذى يتركز معظمه فى القشرة (جدول ٧) وهو مصدر جيد للحديد وخواصه عالية بالنسبة لبقية البقول وبالطبع فإن مكونات الحمص مثل حمض الفيتيك وحمض الأكساليك والبروتينات والفينولات العديدة والسكريات العديدة المعقدة مثل النشا والألياف واللجنين تؤثر على الإتاحة البيولوجية للمعادن. بينما يشير عطية وزملاؤه Attia *et al.* إلى أن التقشير زاد من الفوسفور وقلل من الرماد والكالسيوم والمغنيسيوم والزنك والبوتاسيوم.

الفيتامينات vitamins

يعطى تشافان وزملاؤه Chavan *et al.* محتويات الفيتامينات فى الحمص كما فى الجدول ٨.

ويقول أن الفرق بين البذرة الكاملة والدال (المقشرة) غير جوهرى وأن الحمص غنى فى فيتامين ج وأن الأصناف تختلف كثيراً فى محتواها من الفيتامينات.

المواد المضادة للتغذية
antinutritional factors

يعطى تشافان وزملاؤه Chavan *et al.* محتويات الجرام من وحدات مثبط التربسين ومثبط الكيموتربسين ومثبط السبتيليسين subtilisin على أنها ٠,٧٦، ٠,٦٨، ٠,١١ وحدة على التوالى ويعرفوا الوحدة على أنها الكمية المحسوبة من المثبط التى تستطيع تثبيط ١مجم من الإنزيم. فى حين أن عطية وزملاؤه Attia *et al.* يعطى الأرقام الموضحة بجدول ٩ لمثبط التربسين وحمض الفيتك والفينولات العديدة.

وبالنسبة لنشاط إنزيمات البروتياز فهى تختلف فى الحمص زيادة أو نقصاناً بالنسبة للبقول الأخرى

ولكـن بعـض المعـاملات مثـل التسـخين والتحمـير والإنبـات تقلـل أو تهدم هـذا النشـاط ولكـن مثبـط الكيموتربسـين أكـثر مقاومـة للحـرارة عـن مثبـط التربسين وكلاهما يحتاج إلى التسخين فـى وسـط حامضى ليتم التثبيط.

ويقول عطية وزملاؤه .Attia *et al* أن الطبخ (بغلى البذور الكاملة فـى مـاء الصنبـور حتـى تطرى) يقلـل جوهرياً من نشـاط مثبـط التربسين (٥٣,٦ – ٥٩,٩٪) ومـن مقدار حمض الفيتيك (٢٤,٠ – ٣٤,٥٪) ومـن محتـوى الفينـولات العديـدة (٥٨,٧ – ٦٢,٦) وإن التحميص الشديد parching (أنظر) فخفض مـن مقدار مثبط التربسين ٥٣,١٪ ومن حمـض الفيتيـك ٢٩,٣٪.

جدول (٧): نسب المعادن فى الحمص مجم/١٠٠جم (على أساس الوزن الجاف)

البذرة	معادن رئيسية					معادن نادرة			
	بو	ص	ف	كا	مغ	ح	زنك	من	نح
(تشافان وزملاؤه)									
بذرة كاملة	٦٩٢,٣ –	٩,٨ –	٢٤٤,٠ –	٩٣,٠ –	٩١,٧ –	٣,٠ –	١,٥ –	–	٠,٦ –
	١٠٢٨,٤	١٥٠,١	٤٥٨,٠	٢٥٩,٠	١٦٨,٠	١٠,٦	٤,٢		٢,١
مقشرة (دال) dhal			٢٦٥,٠ –	٢٣,٢ –	٨٩,٠ –	٤,٥ –			
			٦١٥,٤	١٦٦,٠	١٤٦,٠	٧,٤			
(عطية وزملاؤه)									
جيزة ١: ملانة	١٢٨١	١١٢	٢١٦	٢١٧	١٨٠	٦,٩٣	٣,٩٢	٢,١٢	١,١٥
بذور جافة	١٢٦٤	١٠٨	٢٠٢	٢١٣	١٧٣	٦,٤٢	٣,٨٦	٢,١٠	١,٠٤
مقشرة	١١٥٧	١٠٣	٢١٠	٤٣	١٥٨	٦,١٥	٣,٢٧	١,٩٣	٠,٩١
جيزة ٢: بذور جافة	١١٣٢	٩٣	٢٥٦	٢٧٢	١٦٥	٧,١٠	٤,٤٢	٢,٣٨	١,٢١
بذور مقشرة	١٠٣٨	٨٦	٢٧٥	٧٦	١٣١	٦,٩٢	٣,١٦	١,٩٢	٠,٩٤

جدول (٨): فيتامينات الحمص (مجم/١٠٠ جم)

الفيتامين	المدى	الفيتامين	المدى
بيريدوكسين	٠,٥٥	حمض فوليك	٠,١٥
ثيامين	٠,٢٨ – ٠,٤٠	كاروتين	٠,١٢
فيتامين ج	٢,١٥ – ٦,٠٠	نياسين	١,٦ – ٢,٩
ريبوفلافين	٠,١٥ – ٠,٣٠		

جدول ٩: نسب بعض المواد المضادة للأغذية فى بعض أصناف الكابولى.

الصنف	مثبط التربسين (وحدة/مجم عينة)	حمض فيتيك	فينولات عديدة مجم/جم عينة
جيزة ١			
ملانة	٨.٣٠	٥,٩ جم/كجم	٣,٩٠
بذرة جافة	٨,١١	١,٠٠٪	٣,٢٠
مقشرة	٨,٦١	١,٠١٪	٢,٨٩
جيزة ٢-ل			
بذرة جافة	٩,٦٤	٠,٨٤٪	٣,٣٤
مقشرة	٩,٩٠	٠,٨١٪	٢,٨٩
جيزة ٢-يو			
بذرة جافة	٩,٧٧	٠,٥٨٪	٣,٥٨
مقشرة	١٠,١٥	٠,٦٤٪	٣,٠١

بضع السكريات oligosaccharides

يسبب الحمص تكوين غازات flatus أكثر من البقول الأخرى (تشافان) وقد يعزى ذلك إلى محتواه من بضع السكريات ويؤدى الطبخ (تشافان وعطية) إلى تقليل كبير من نسبة هذه السكريات إذا لم تستخدم مياه الطبخ ونفس الشىء بالنسبة للتخمير والإنبات (تشافان). وتتراكم هذه السكريات فى الأطوار الأخيرة لنضج الحمص (تشافان) والأرقام التى يعطيها عطية وزملاؤه تبين أن الرافينوز والإستاكيوز والفرباسكوز verbascose تزيد فى البذرة الجافة عنها فى الملانة (١٤,٦، ١٦,٩٪ للرافينوز، ٢٢,٤، ٢٦,٨٪ للأستاكيوز والفرباسكوز للملانة والبذرة الجافة على التوالى) ولكن التحميص الشديد لم يغير من هذه النسب جوهرياً.

التانينات tannins

تؤثر التانينات على إتاحة الفيتامينات والمعادن بيولوجياً وتختلف نسب التانيتات مع إختلاف لون البذور. ونسبة التانينات فى القصعة كانت ٧٨ - ٢٧٢ مجم وفى الفلقات كانت ١٦ - ٣٨ مجم/ ١٠٠ جم (تشافان). وقد وجد أن التقشير يقلل من نسب الفينولات العديدة جوهرياً (تشافان وعطية) وكذلك الطبخ (تشافان وعطية) والإنبات (تشافان) وكان تأثير التحميص الشديد parching غير جوهرى (عطية).

مثبط ألفا أميلاز α-amylase inhibitor

يوجد مثبط الألفاأميلاز البنكرياتى فى معظم البقول ومن بينها الحمص والإختلافات بين

الأصناف المختلفة صغيرة وهذا النشاط يثبطه تماماً الغليان لمدة ١٠ دقائق. (تشافان)

عوامل أخرى other factors

للحمص تأثير مُلَزِّز agglutinuting بسيط على كرات الدم الحمراء من البقر. واللكتينات تهدم تماماً بعد المعاملة بالحرارة الرطبة. وقد ذكر أن الحمص به سابونينات saponins مقاومة للحرارة كما أن هذه البذور بها آثار من يد ك ن HCN ولكن أقل من مدى السمية. كما أنه ذكر أنه وجدت زعافات فطرية mycotoxins فى بذور الحمص. (تشافان)

المعاملة processing

هناك عدة معاملات تجرى على بذور الحمص ومنها:

◈ **إزالة القصعة dehulling:** إزالة القصعة يسبق كثيراً من المعاملات الأخرى وهو يجرى بتفكيك losening القشرة/القصعة بطريقة مبتلة أو جافة ثم إزالة القصعة وفلق الفلقتين (فصلهما) وهذه العملية تؤدى إلى تحسين المظهر والقوام وخواص الطبخ والإستساغة والهضمية وتقلل من محتوى الألياف.

◈ **الطحن milling:** إن تكوين ومقدار القشرة ومدى تشبع الصموغ يؤثر على خواص الطحن بجانب شكل وحجم وتدريج ومحتوى الرطوبة ومدى صلابة hardness الحبوب وتعطى الحبوب الأكبر ريعاً أكثر من الحبوب الصغيرة. ويؤدى فرك الأطراف الخارجية للفلقات إلى تقليل نسبة البروتين.

◈ **الطبخ cooking:** يجرى الطبخ للحصول على منتج طرى ولتكوين العبير aroma ولتثبيط العوامل المضادة للتغذية وقد يستغرق الطبخ من ساعة إلى ساعتين تحت الضغط الجوى العادى أو ١٠ – ١٥ دقيقة تحت ضغط وقد يتم الطبخ بالبثق extrusion cooking وقد يتبع التحمير. ولكن هذا لم يحسن من هضمية البروتين فى الزجاج *in vitro* وإن وجد البعض أن الطبخ تحت ضغط حسن من نسبة كفاءة البروتين للحمص الخام من ١,٣ إلى ٢,٤ وقلل من مستويات الثيامين والريبوفلافين وكذلك النياسين. وتأثير الحرارة الرطبة كان أكبر من تأثير الحرارة الجافة (كما فى التحميص) ويؤثر الطبخ على محتويات المعادن فتنقص بمقدار ٠,٣ – ٠,٥٪. وكذلك تزداد نسبة بضع السكريات بطريقة جوهرية إلا إذا تم التخلص من ماء الطبخ فتنقص هذه السكريات بمقدار ٤٨ – ٨٠٪ وكذلك تقل التانينات بمقدار ٧٧٪. ويؤدى الطبخ إلى تحسين هضم الكربوايدرات فى الزجاج. وإذا تم نقع الفلقات (ال[illegible]ال dhal) فى محلول ١,٥٪ ص يد ك أ$_{٣}$، ٠,٥٪ ص$_{٢}$ ك أ$_{٣}$ ، ٠,٧٥٪ سترات ذى رقم ج$_{يد}$ ٧,٠ فإن وقت الطبخ إنخفض حتى إلى مقدار ٨٠٪ بدون تغيير رقم ج$_{يد}$ فى ماء الطبخ. ويمكن معاملة البذور الكاملة بنفس الطريقة. ويؤدى النقع فى ماء لمدة ساعة على ٢٥°م إلى أن تكتسب الفلقات خواص الطبخ السريع quick-cooking properties ويؤدى الطبخ إلى مدد طويلة إلى هدم ومراسمة الأحماض الأمينية وإلى تغيير تركيب البروتين وتقليل هضمية البروتينات عدة مرات.

◈ **التحميص roasting:** يقترح عدم تحميص الحمص لمدة أكثر من ١٠ دقائق على ١٢٠°م. والتحميص على ١٠٠ – ١١٠°م يعطى نتائج مشابهة للمعاملة فى معقم autoclave لمدة ٢٠ ق والتحميص ١٣٠ – ١٣٥°م قلل من الليسين المتاح بمقدار ١٢ – ١٥٪ وإنخفضت هضمية البروتين فى الزجاج بمقدار ١٥ – ٣٠٪ كما إنخفضت مستويات الثيامين والريبوفلافين جوهرياً وكذلك النياسين بالنسبة للفلقات ولكن الحرارة الجافة أقل تأثيراً عن الحرارة الرطبة وقد أدى التحميص وكذلك النفخ puffing إلى خفض مقدار الدهون الحرة بمقدار ١٥ – ١٨٪ وإلى زيادة الدهون المرتبطة. ولكن التحميص لم يؤخر تأكسد الدهون غير المشبعة فى حين أن النفخ أخرها. والحمص المحمص خفض من مستوى الكوليسترول عن الحمص الخام.

◈ **التحميص الشديد parching:** يصف عطية وزملاؤه Attia *et al.* التحميص الشديد بأنه رش ثقيل للبذور بمحلول من جير/كلس lime (٤٠٠جم/لتر – رقم جيد ١١,٦) ثم يترك ليقطر drip لمدة ٢٤ ساعة على درجة حرارة الغرفة (٢٥°م). ويزال باقى الجير المتبقى على البذور بالغربلة sieving يقل خلط البذور مع رمل ١ : ٣ بالوزن والرمل إحتوى على ٢٥ جم زيت لكل ٤,٥ كجم. ويجرى التحميص الشديد على ٢٤٠°م لمدة دقيقة على صينية معدنية (١٢٥ سم فى القطر) تسخن بواسطة لهب مباشر open fire مع التقليب ميكانيكياً ويفصل مابين البذور المحمصة شديداً parched والرمل بغربال (٦٠ سم فى القطر).

ويقول عطية وزملاؤه أن التحميص الشديد يؤدى إلى خفض كبير فى نسبة الرطوبة (٤٢,١٪) وإلى خفض جوهرى فى الألياف الغذائية المتعادلة والهيميسليولوز ولكن التغيرات فى التكوين التقريبى والسكريات والبضع سكريات والنشا والسليولوز واللجنين لم تكن جوهرية. بينما زاد الرماد وخاصة الكالسيوم بدرجة ملحوظة نظراً لمعاملة البذور بالجير كما زادت هضمية البروتين فى الزجاج بدرجة جوهرية (١٠,٣٪) كما قلت مقادير نشاط مثبط التربسين (٥٣,١٪) وحمض الفيتيك ٢٩,٣٪. وهم يقترحون أن تحضير الدقيق من البذور المحمصة شديداً قد يكون أسهل من البذور غير المعاملة بهذه الطريقة.

◈ **الإنبات germination:** إن الإنبات لمدة ٧٢ ساعة قلل من نتروجين البروتين والدهن والألياف والكربوايدرات الكلية والسكريات غير المختزلة والكالسيوم والفوسفور والحديد فى بذور الحمص وكذلك بضع السكريات مما يحسن فى تقليل إنتاج الغازات. وقد زادت نسبة كفاءة البروتين جوهرياً بعد النقع لمدة ٢٠ ساعة ثم الإنبات لمدة ٢٤ ساعة ولكن الإنبات لم يكن أحسن من المعاملة بالحرارة الرطبة فى تحسين القيمة البيولوجية لبروتين الحمص. ولكن إذا زاد الإنبات عن ٢٤ ساعة فإن نسبة كفاءة البروتين تنخفض. وإن لم يكن هناك تخليق صاف للأحماض الأمينية أثناء الإنبات فإن نسب بعض الأحماض الأمينية الضرورية تغيرت. وقد

زادت هضمية الكربوايدرات بالانبات لمدة ٤٨ ساعة. ويقل زمن الطبخ بعد الإنبات وربما عاد ذلك إلى إنخفاض مستوى الفيتين. (Chavan *et al.*)

◈ **التعليب canning والتجفيف dehydration**: يزداد إجراء هاتين العمليتين على بذور الحمص غير الناضجة (ملانة) immature green chickpea وهي غنية في البروتينات والسكريات الكلية والمعادن والفيتامينات. ويفقد اللون في التعليب الذي يتضمن السلق. ويحتفظ باللون بدرجة أحسن لو أضيف كبريتيت للمأج وقد أدى إضافة كبريتيد الصوديوم، ٣٠٠ جزء في المليون من الإيثيلين ثنائي الأمين رباعي الخليك (أ. ثنا.أ.ر.خ EDTA) في مأج brine التعليب إلى تحسين الإحتفاظ باللون للحمص المعلب دون التأثير على التكوين الكيماوي.

وبالنسبة للتجفيف فإن البذور التي تطفو في محلول ص كل ١٠ - ١٥٪ تعطي بعد التجفيف منتجاً ذا لون ومظهر مرغوبين ويكون لها خواص إعادة تكوين مرغوبة أيضاً. (Chavan *et al.*)

إستخدام الحمص في أغذية مختلفة

◈ **في مخاليط دقيق**: يستخدم الحمص في أغذية مختلفة - مثل الحبوب - لتحسين قيمة البروتين فهو بنسبة ١٥٪ من أغذية الحبوب يعادل تأثير نسبة ٥ - ٦٪ في تحسين زيادة الوزن ونسبة كفاءة البروتين في الفئران. كما أنه يحسن من القيمة الغذائية للأغذية المبنية على الذرة وعلى الحبوب عموماً بتحسين تكوينها الكيماوي ومحتويات الأحماض الأمينية وقيم نسبة كفاءة البروتين. وهو أحسن في تحسين كفاءة الأرز عنه في تحسين كفاءة القمح.

◈ **الأغذية البروتينية protein foods**: تحضر أغذية مختلفة كأغذية حبوب وأغذية لفطام الأطفال من سوداني منخفض البروتين والحمص والسمسم وفول الصويا ومعزول بروتين السوداني ودقيق السمك وقد حضر مخلوط غذاء بروتيني بنسب ٢ : ١ : ١ دقيق سوداني منخفض الدهن ودقيق حمص ودقيق سمك مع الفيتامينات الضرورية والكالسيوم يصلح مع الأغذية الحلوة والبودنج بدون تنكيه ومع التنكيه في الشوربات المختلفة. وهو يحتوي ٥٠٪ بروتين ويبقى في حالة جيدة لمدة ٨ أشهر على ٣٧°م في حاويات containers مقفولة sealed وكانت نسبة كفاءة البروتين ٢,٥٦ مقارنة بـ ٣,٠٤ لمسحوق لبن فرز. وإضافته ليزيد ٥٪ من بروتين غذاء فقير من الأرز زاد من معدل نمو الفئران بطريقة جوهرية. ويستعمل دقيق الحمص في تحضير أغذية أخرى كثيرة مع دقيق السوداني وفول الصويا والسمسم مع معادن وفيتامينات لتحسين نسبة كفاءة البروتين ومع غذاء من ذرة رفيعة. وغذاء من دقيق سوداني وحمص وسمسم بنسبة ٢ : ٢ : ١ حسن كثيراً من النمو والحالة الغذائية، والإحتفاظ بالنتروجين والكالسيوم والفوسفور في الأطفال وعند تقوية هذا الغذاء بالمثيونين والليسين فإن القيمة البيولوجية والهضمية الحقيقية true digestibility (TD)

وصافى إستخدام البروتين تحسنت كثيراً. كما أن غذاء من دقيق السودانى وبذور القطن والحمص (٤٠: ٤٠: ٢٠) إذا أعطى ٤٥جم منه مع كالسيوم وفيتامينات وبعض الأحماض الأمينية حسن جوهرياً نمو وحالة الأطفال الغذائية. (Chavan *et al.*)

◈ منتجات الخبيز **bakery products**: بالنسبة للخبز العربى فإن ٥٠٪ دقيق حمص حسن كثيراً وجوهرياً قيمته الغذائية ولكن من وجهة الخواص العضوية الحسية فإن نسبة ٢٥٪ أعطت خبزاً مقبولاً. وإذا أستخدم دقيق الحمص المنبت بنسبة ١٥-٢٠٪ فإنه يعطى الخبز طعماً حلواً وعمل على المحافظة على خواص الخبز المرغوبة.
(Chavan *et al.*)

◈ أغذية متخمرة **fermented foods**: تحضر أغذية متخمرة كثيرة فى آسيا وأفريقيا والشرق الأدنى لتغذية الإنسان من البقول والحبوب مثل الدوكلا Dhokla والخامان khaman والدوزا dosa من الحمص فى الهند. وقد حضرت تمبا tempeh من الحمص بإستخدام *Rhizopus oligosporus* وكانت مشابهة لتمبا فول الصويا فى المظهر والقوام والنكهة وزادت نسبة السكريات المختزلة ونشاط التربسين وتحسنت نسبة كفاءة البروتين. كما حضر منتج شبيه للميزو miso من خليط من السودانى والحمص وفول الصويا وقد تحسنت الهضمية وزادت السكريات المختزلة بعد التخمر. وإذا أضيف الأرز فإن قيمة البروتين تحسنت كثيراً.

◈ منتجات محمرة تحميراً عميقاً **deep-fat-fried products**: يستخدم دقيق الحمص كثيراً فى تحضير هذه الأغذية فى الهند لأنها قصمة crisp ولها نكهة مقبولة ويعتقد أن النسبة العالية من الدهن والليسيتين فى الحمص تساعد على الحصول على قوام مقبول agreeable.

◈ منتجات محلاه **sweetened products**: من هذه المنتجات اللادو laddu وباك ميزور Mesore pak وبوران بولى puran poli. وخلط القمح مع الحمص بنسبة ١ : ٢ يحسن من القيمة الغذائية وقد أستخدم التريتيكال/القمح الشيلمى بنسب ١٠ - ٣٠٪ دقيق حمص وتم الحصول على منتجات مقبولة مع تحسن فى القيمة الغذائية وعدم تغير جوهرى فى اللون والنكهة والقوام والرائحة.
(Chavan *et al.*)

◈ المنتجات المنتفخة **puffed products**: بإستخدام درجة حرارة عالية لمدة قصيرة يحصل على بذرة تنسحق بجلبة crunchy يسمى تشانا chana وتنفخ puffed البذور أو تحمص شديداً فى رمل ساخن على ٢٠٠ - ٣٠٠°م وقد يستهلك المنتج المنتفخ كما هو أو يتبل وينكه ثم يؤكل.
(Chavan *et al.*)

◈ مخاليط الشوربة **soup mixes**: تحضر شوربة من فلقات الحمص فى الهند وقد يحضر من المخلفات مخاليط لتحضير شوربة أو هاموم gravy متبلة. (Chavan *et al.*)

◈ سلطة الحمص/غميس الحمص/هريس الحمص **hummus**: ويحضر من الحمص بهرس الحمص وقد تضاف إليه طحينة أو زبادى. (Stobart)

والأسماء: بالفرنسية pois chiche، وبالألمانية Kicherebse، وبالإيطالية cece، وبالأسبانية garbanzo. (Stobart)

حمض

حمض acid

إقترح كل من ج.ن. برونستد J.N. Brønsted الدانمركى و ت.م. لورى T.M. Lowry الأمريكى عام ١٩٢٣ تعريفاً للحمض بأنه الذى يعطى بروتوناً أى مادة تستطيع أن تطلق أيون أيدروجين أو بروتون. والقاعدة هى التى تستقبل بروتوناً أو أى مادة تستطيع إستقبال أيون أيدروجين أو بروتوناً.

فى الأحماض القوية نظراً لأن الروابط الأيدروجينية الداخلية أضعف فإن البروتونات تكون أقل تماسكاً وعلى ذلك ففى المحاليل المائية فإن معظم الحمض يتفاعل على الماء ويترك قليلاً من جزيئات الحمض غير المتأينة فى مخلوط التوازن ويحدث التفاعل تبعاً للمعادلة ١

$$\text{يد ح + يد}_2\text{أ} \rightleftharpoons \text{يد}_3\text{أ}^+ + \text{ح}^- \qquad (1)$$

حيث: يد ح: الحمض غير المتأين

يد$_3$ أ$^+$: أيون أيدرونيم يتكون عندما يتحد بروتون بجزىء واحد من الماء

أ$^-$: القاعدة المقترنة لـ يد ح

وبعكس الأحماض القوية فإن الأحماض الضعيفة توجد فى حالة عدم تأين عندما يخلط مع الماء حيث نسبة صغيرة من جزيئاتها تتفاعل مع الماء وتتأين. ومعظم الأحماض التى توجد فى الأغذية ومنها الأديبيك والجلوكونو-دلتا-لاكتون glucono-δ-lactone والخليك والستريك والطرطريك والفوسفوريك والفيوماريك والماليك تقسم كأحماض ضعيفة.

الخواص الكيماوية الفسيولوجية physicochemical properties

إن ميل الحمض أو المجموعة الحمضية للتأين يحدده ثابت التأين وهو مايعرف أيضاً بإسم dissociation constant (ثابت الإنفصال المرئى apparent dissociation constant) (ث$_1$، K_a)

وثابت التأين عند درجة حرارة معينة يعبر عنه:

$$\text{ث}_1 = \frac{[\text{يد}_3\text{أ+}]\,[\text{ح-}]}{[\text{يد ح}]} \qquad (2)$$

حيث تعين المعقفات brackets "تركيز بالجزيئات moles فى كل لتر. وثابت التأين يمثل قوة الحمض، فكلما إرتفعت قيمة ث$_1$ فإن عدداً أكبر من أيونات الأيدروجين تنطلق فى المحلول بواسطة جزىء الحمض وكلما كان الحمض أكثر قوة.

والأحماض التى لها أكثر من أيون أيدروجين ينتقل فى كل جزىء تسمى أحماض بروتيك عديدة polyprotic acids. فالأحماض البروتيك الأحادية أو الأحماض القاعدية الأحادية monoprotic or monobasic هى الأحماض التى يمكنها أن تحرر أيوناً أيدروجينياً واحداً مثل

حمض الخليك أو اللاكتيك. وتلك التى تحتوى على ذرتين أيدروجين تنتقلان تسمى أحماض بروتيك ثنائية أو أحماض قاعدية ثنائية ومنها حمضا الأديبيك أو الفيوماريك والأحماض التى لها ثلاثة أيونات أيدروجينية تنتقل تسمى أحماض بروتيك ثلاثية أو أحماض قاعدية ثلاثية. وتأين أحماض البروتيك العديدة يحدث فى خطوات مع إنتقال أيون أيدروجين فى كل مرة. وكل خطوة يمثلها ثابت تأين مختلف.

ج$_{يد}$ pH

قياس الحموضة هام فى معرفة مدى أمان وجودة الغذاء. فهذه القياسات تعطى كأرقام ج$_{يد}$ والتى تعرف بأنها اللوغاريتم السالب لتركيز أيون الأيدروجين:

ج$_{يد}$ = لو ج$_{١٠}$ $\frac{١}{(يد_{٣} أ^{+})}$ = − لو ج$_{١٠}$ [يد$_{٣}$ أ$^{+}$] (٣)

وكلما كانت ج$_{يد}$ أقل كلما كان تركيز أيون الأيدروجين أعلا. فـ ج$_{يد}$ أقل من ٧ تظهر أن تركيز أيون الأيدروجين أكبر من ١٠$^{-٧}$ ج (M) ومحلول حامضى. وقيمة ج$_{يد}$ أعلا من ٧ تظهر أن تركيز أيون الأيدروجين أقل من ١٠$^{-٧}$ ج (M) ومحلول قاعدى. وعندما يتساوى أيون الأيدروجين وأيون الأيدروكسيل فى التركيز فإن المحلول يعرف بأنه متعادل.

ويلاحظ أن مقياس ج$_{يد}$ لوغاريتمى فإن الفرق بمقدار الوحدة فى رقم ج$_{يد}$ يمثل ١٠ أمثال الإختلاف فى تركيز أيون الأيدروجين.

ج ث$_{أ}$ pK_a

يعرف ج ث$_{أ}$ بأنه اللوغاريتم السالب لثابت التأين

ج ث$_{أ}$ = لو ج$_{١٠}$ (١\ث$_{أ}$) = − لو ج$_{١٠}$ ث$_{أ}$ (٤)

وقيم ج ث$_{أ}$ تتوافق مع قيمة ج$_{يد}$ فى منتصف منحنى تنقيط يتكون من مكافىء من حمض ضعيف ينقط بواسطة قاعدة وأن الـ ج$_{يد}$ الناتجة من إضافة القاعدة يتم حجزها لقاء مكافئات أيونات الأيدروكسيل المضافة. ويكون رقم ج$_{يد}$ للنظام عند ج ث$_{أ}$ عندما يكون تركيز الحمض (يد ح) والقاعدة المقترنة (ح$^{-}$) متساويان. فعند ج ث$_{أ}$ وإلى مدى أقل فى المساحة التى تمتد بمقدار وحدة ج$_{يد}$ واحدة فى كل ناحية من نواحى ج ث$_{أ}$ فإن النظام يقاوم أى تغيير فى ج$_{يد}$ ينتج عن إضافة كميات صغيرة من الحمض أو القاعدة. أى أن عند ج ث$_{أ}$ فإن الأحماض وأملاحها تعمل كمنظمات. وعدد ج ث$_{أ}$ الذى يكون للحمض يتوقف على عدد أيونات الأيدروجين التى يمكن أن يحررها. فالأحماض البروتيكية الوحيدة لها ج ث$_{أ}$ واحدة والبروتيك الثنائى والثلاثى لهما ٢ ، ٣ ج ث$_{أ}$ بالتوالى. والأحماض القوية لها ج ث$_{أ}$ منخفضة بينما القواعد القوية لها ج ث$_{أ}$ عالية.

مقدرة التنظيم buffering capacity

إن محلولاً من حمض ضعيف (أو قاعدة ضعيفة) وملحه يقال له محلول منظم. وفى هذه المحاليل فإن كمية أيون الأيدرونيم لاتتغير بطريقة جوهرية عند إضافة كميات صغيرة من حمض أو قاعدة، فإذا أضيفت كمية صغيرة من حمض الكلورودريك إلى محلول منظم مكون من حمض الخليك وخلات

الصوديوم فإن بروتونات من حمض الكلورودريك تتحد associate مع أيونات الخلات لتكون جزيئات غير متأينة من حمض الخليك. وكلما تأينت جزيئات الحمض المتكون فإن التوازن ينتقل مكوناً أيونات إيدرونيم (المعادلة١) وهذا لايزيد كثيراً من رقم جيد.

وبالمثل فإن إضافة كمية صغيرة من أيدروكسيد الصوديوم إلى نفس المحلول المنظم يكون له تأثير صغير على رقم جيد. فأيونات الأيدروكسيد من أيدروكسيد الصوديوم ترتبط مع أيونات الأيدرونيم فى مخلوط التوازن مكونة جزيئات غير متأينة من أيدروكسيد الصوديوم. فكثير من جزيئات الحمض تقوم بالتأين لتحل محل أيونات الأيدرونيم التى فقدت، فبالرغم من أن توازناً جديداً قد تم تخليقه فإنها تنتج تأثيراً صغيراً minimal على رقم جيد.

وإن كمية الحمض أو القاعدة التى يمكن لمحلول منظم أن يأخذها قبل أن يتغير رقم جيد تسمى "مقدرة التنظيم". فمقدرة التنظيم تعرف بأنها عدد الجزيئات moles من حمض قوى أو قاعدة قوية مطلوبة لزيادة رقم جيد بوحدة واحدة فى لتر واحد من المحلول المنظم. ومقدرة التنظيم لمحلول ما هو عند قيمة ج ث، عندما تكون تركيزات الحمض والقاعدة المرتبطة conjugate متساويين.

طرق تحليلية analytical methods

◈ تقدير رقم جيد pH determination

تقدير رقم جيد يمكن أن يتم بواسطة طريقتين: لونياً colorimetric ومقياس الجهد potentiometric. فالطريقة اللونية تتضمن إضافة دليل مناسب إلى محلول ومحاولة مباراة matching لون المحلول إلى لون محلول قياسى يحتوى نفس الدليل. ويمكن لهذه الطريقة أن تستطيع تقدير رقم جيد إلى أقرب ٠,١ رقم جيد.

ولكن طريقة أكثر دقة والتى تستعمل أكثر والمعروفة باسم طريقة قياس الجهد تستخدم مقياس رقم pH لتحديد تركيز أيون الأيدروجين. فإن قطب كالومل calomel مرجع وقطب زجاج دليل يغمسان فى محلول ذى درجة حرارة معروفة والذى يرغب فى معرفة رقم جيد الخاص به فقطب الجهد للقطب الدليل يتصل بالتغيرات فى تركيز أيون الأيدروجين وبالتالى رقم جيد.

◈ الحموضة المنقطة titratable acidity

إن التركيز الكلى للحمض فى محلول ما يمكن أن يقدر بالتنقيط. فيضاف بضعة نقاط من الدليل - مثل الفينوفثالين - وهو عديم اللون فى المحاليل الحمضية ووردى pink فى المحاليل القلوية/القاعدة ثم يضاف محلول قاعدى له تركيز معين تدريجياً حتى يتم معادلة الحمض تماماً ويعرف هذا بتغير لون المحلول فيمكن حساب تركيز للمحلول من حجم محلول القاعدة المستخدم.

والقيمة المتحصل عليها وتعرف باسم الحموضة المنقطة وتقدر كل الحامض فى المحلول وهى تعبر عن كل أيونات الأيدرونيم الحرة المطلقة من جزيئات الحمض غير المتأينة. ففى الأحماض الضعيفة فإن الحموضة المنقطة تختلف عن الحموضة الحقيقية (تركيز أيون الأيدروجين) حيث

أن معظم هذه المركبات توجد فى حالة غير متأينة فى المحلول. بينما فى الأحماض القوية - على العكس - فإن الحموضة المنقطة والحموضة الحقيقية هما فى الواقع نفس الشيء تقريباً، حيث تتأين الأحماض القوية وأملاحها فى المحلول.

◈ الطرق الكروماتوجرافية
chromatographic methods

حلت كروماتوجرافيا الغاز وكروماتوجرافيا الأداء العالى للسائل محل كروماتوجرافيا الورق وكروماتوجرافيا الطبقة الرقيقة كطرق لتحديد وتعريف كمية الأحماض فى الغذاء.

• كروماتوجرافيا الغاز: أستعملت كروماتوجرافيا الغاز لتحليل الأحماض العضوية فى الفاكهة وعصائرها ويشمل التحليل تحضير مشتقات متطايرة مثل إستر ميثيلي للأحماض العضوية قبل حقنه فى كروماتوجرافيا الغاز فالمشتقات يتم كروماتوجرافها على عمود ثابت غير قطبى nonpolar stationary phase وتعين بلهب تأيين وبهذه الطريقة أمكن معرفة أن حمض الماليك يكون مكوناً رئيسياً لكثير من الفواكه ومنها التفاح والكمثرى والعنب والخوخ والنكتارين بينما وجد حمض السيتريك بمستويات جوهرية فى الموالح مثل البرتقال والليمون والجريب فروت/تمر الجنة وفى فواكه غير الموالح مثل الكمثرى والنكتارين والكريز والفراولة.

• كروماتوجرافيا الأداء العالى للسائل: تستخدم هذه الطريقة أكثر من كروماتوجرافيا الغاز فى معرفة الأحماض العضوية لأن هذا التكنيك يتطلب قليلاً أو لايتطلب أى تحوير كيماوى لفصل المركبات غير المتطايرة. ويحدث الفصل إما على عمود ك٨ أو كربون ١٨ معكوس أو عمود من راتنج تبادل موجب يعمل على الأيدروجين. والأحماض تعرف بمعامل الإنكسار أو الأشعة فوق البنفسجية. ومعامل الإنكسار يتطلب إزالة أى سكريات موجودة من التى يمكن أن تتدخل مع التقدير الكمى، وإزالة السكر ليست مطلوبة للأشعة فوق البنفسجية عند ٢٢٠ - ٢٣٠ نانوجرام.

فغش عصير قمام المناقع cranberry juice أمكن معرفته بكروماتوجرافيا الأداء العالى للسائل لأنها تعطى أحماضاً مختلفة للسكر وصبغات الأنثوسيانين عن مايعطيه عصير قمام المناقع العادى.

وفى عمل النبيذ تستخدم كروماتوجرافيا الأداء العالى للسائل لمتابعة تركيزات أحماض الطرطريك والماليك والسيتريك واللاكتيك والخليك والتى تعطى اللذاعة والثبات للناتج النهائى. ومن الطرق المستخدمة إستخدام عمود يحتوى راتنج تبادلى موجب وتُمَلَّز eluting العينة بواسطة حمض كبريتيك مخفف ويحلل المملز/مادة التمليز eluant للأحماض بواسطة معامل الإنكسار. وهذا العمود له ميزة إضافية بالسماح بتحديد ومعرفة كمية الإيثانول وتتبع غش النبيذ بواسطة الميثانول.

◈ الإستشراد الكهربى الشعرى
capillary electrophoresis

وهذا التكنيك الحديث يصلح لفصل ومعرفة كمية الأحماض العضوية فى الغذاء فهو يعمل على إستخدام الحقل الكهربى لفصل الجزيئات على

أساس الشحنة والحجم. فحجم صغير من العينة عادة بضعة نانولتر تحقن فى أنبوبة شعرية من سيليكا منصهرة/ مدمجة fused (أقل من ١٠٠ سم فى الطول، ٥٠ ميكروسنتيمتر فى العرض الداخلى) وتوضع نهايتا الأنبوبة فى إحتياطى reservoir يحتوى الأقطاب. والفولت المستخدم يبلغ ٢٠ - ٣٠ كيلوفولت وهذا يسبب أن تتحرك الجزيئات ذات الشحنة. ولأن الأحماض العضوية سالبة الشحنة فإنها تهاجر مبتعدة عن الجزيئات ذات الشحنات الموجبة أو المتعادلة مثل السكريات والفينولات بالتتابع وتحدد الأحماض بواسطة الأشعة فوق البنفسجية وترسم على اليكتروفيروجرام electropherogram.

وظائف الأحماض

تضاف الأحماض إلى كثير من الأغذية لعدة أغراض ولكن أهمها: تحوير النكهة وتثبيط الكائنات الدقيقة والخلب.

◈ تحوير النكهة **flavour modification**:

الحموضة أو اللذاعة sourness or tartness هى إحدى خمس مذاقات: حموضة، ملوحة، حلو، مر وأُمامى. فالحموضة تتسبب عن أيون أيدرونيم وكل حمض له خواص مذاق التى يمكن أن تشمل وقت إبتداء الحموضة وشدة الحموضة، وأى خُلفة ومدى إستمرارها. وبعض الأحماض تعطى حموضة أكثر من أى حمض آخر عند رقم جيد معين. فالأحماض الضعيفة لها مذاق حمضى أكثر من الأحماض القوية عند نفس رقم جيد لأنها توجد أساساً فى حالة غير متأينة. وكلما تعادلت الكمية الصغيرة من أيونات الأيدرونيم hydronium فى الفم كلما تأينت جزيئات يد ح غير متأينة لتحل محل أيونات الأيدرونيم (المعادلة١). ويتم معادلة أيونات أيدرونيم الجديدة حتى لايتبقى أى حمض. فالخواص المذاقية للحمض هى عامل هام فى تطور أنظمة النكهة.

والأحماض لها القابلية لتحوير أو لزيادة شدة الإحساس بالمذاق لكل مركبات النكهة ولخلط خواص مذاقات غير متصلة ولغطاء mask خُلفات aftertastes غير مرغوبة بإطالة اللذاعة. فعلى سبيل المثال فى مشروبات الفاكهة التى تشكل بواسطة محليات السعرات القليلة فإن الأحماض تغطى خُلفه المحليات وتعطى الحموضة/اللذاعة الخاصة بالعصير الطبيعى.

◈ تثبيط الكائنات الدقيقة **microbial inhibition**: إن الأحماض تعمل كمواد حافظة بتأخير نمو الكائنات الدقيقة وإبتداء نمو جراثيم الكائنات الدقيقة التى تسبب فساد الأغذية. والتأثير يعود إلى كل من رقم جيد وتركيز الحمض فى حالته غير المتأينة. فالحالة غير المتأينة للحمض هى التى تحمل الخواص ضد الكائنات الدقيقة: فعندما يخفض رقم جيد فإن هذا ينقل التوازن فى صالح الجزء غير المتأين من الحمض وبذا يؤدى إلى تأثير لهذا الجزء ضد الكائنات الدقيقة. وطبيعة الحمض لها تأثير هام فى ذلك: فالأحماض الضعيفة لها تأثير قوى عند نفس رقم جيد فى ضبط نمو الكائنات الدقيقة. فالأحماض تؤثر على البكتيريا أساساً لأن هذه البكتيريا لاتنمو على جيد أقل من ٥

بينما الخمائر والفطر لها القدرة على مقاومة الحمض أكثر.

وفى حفظ الفاكهة والخضر بالتعليب فإن إستخدام الحرارة والحموضة معاً يسمح بتحقيق التعقيم وتثبيط الجراثيم على درجة حرارة أقل وهذا يقلل minimizes من هدم النكهة والتركيب والذى ينتج عادة من المعاملة. والتحميض أيضاً يحسن من عمل مثبطات الكائنات الدقيقة مثل البنزوات والسوربات والبروبيونات فمثلاً بنزوات الصوديوم وهي مثبط فعال ضد البكتيريا والخمائر لاتبدى نشاطها ضد الكائنات الدقيقة حتى ينخفض رقم جيد إلى حوالى ٤,٥.

◈ الخلب chelation: تحدث تفاعلات الأكسدة طبيعياً فى الأغذية وهى مسئولة عن التأثيرات غير المرغوبة فى الناتج ومن بينها تغير اللون والتزنخ والعكارة وتهدم النكهة والمغذيات. وكعوامل مساعدة على هذه التفاعلات تقوم الأيونات المعدنية مثل النحاس والحديد والمنجنيز والنيكل والقصدير والزنك والتى لايجب لكى تقوم بهذا العمل إلا أن تكون موجودة على هيئة آثار فى الناتج أو الآلات المستخدمة.

وكثير من الأحماض تخلب الأيونات المعدنية بحيث تصبح غير متاحة، فالزوج غير المشارك من الاليكترونات فى التركيب الجزيئى للأحماض يشجع التعقيد. فعندما تستخدم بالإرتباط مع مضادات الأكسدة مثل الأيدروكسى أنيسول البيوتيلى والأيدروكسى توليوين البيوتيلى ورابع بيوتيل هيدروكينون فالأحماض يكون لها تأثير تآزرى على ثبات الناتج. فحمض السيتريك وأملاحه يستعمل كعوامل خلب.

◈ وظائف أخرى other functions: من أهم أسباب إضافة الأحماض هو ضبط رقم جيد. فتستخدم كوسيلة لتأخير التفاعلات الإنزيمية ولضبط تكون جل gelation غرويات مائية وبروتينات ولتعيير standardize جيد فى عمليات التخمير. ففى الحالة الأولى فإن خفض جيد يثبط من كثير من الإنزيمات التى تشجع على تلون الناتج وتكوين نكهات غير مرغوبة. فمثلاً أكسيداز الفينولات العديدة يؤكسد الفينولات إلى كينونات والتى بدورها تتبلمر مكونة صبغات ميلانين بنية تقوم بتلوين سطوح الفاكهة والخضروات المقطعة. والإنزيم نشط مابين جيد ٥ - ٧ ويحدث له تثبيط غير عكسى على جيد ٣ أو أقل. وفى المثال الثانى فإن التحميض لـ جيد ٢,٥ - ٣ مطلوب للبكتينات عالية الميثوكسيل لتكون جلاً لأن انعقاد الجل يتأثر برقم جيد وكذلك قوة الجل الناتجة وعلى ذلك فمراقبة جيد الناتجة حرجة فى إنتاج عقبة أساسها الجيلاتين أو البكتين وكذلك مربات وجيللى ومحفوظات ونواتج أخرى. وفى المثال النهائى فإن معايرة standardization رقم جيد يجرى روتينياً فى عمليات التخمر مثل عمل النبيذ لضمان أحسن نشاط للكائنات الدقيقة ولتثبيط نمو الكائنات غير المرغوبة. وكذلك تضاف الأحماض بعد التخمر لتثبيت النبيذ النهائى.

والأحماض مكون هام فى أنظمة الرفع الكيماوى حيث تبقى غير نشطة حتى يتم الوصول إلى درجة

الحرارة والرطوبة المناسبتين. والغاز الناتج من تفاعل الحمض مع البيكربونات ينتج القوام المهوى الذى هو ميزة للمنتجات المخبوزة مثل الكيك والبسكويت والدونت والبانكيك والوافل وماشابه ذلك. وإبتداء ومعدل تفاعل هذه المركبات يضبط بعوامل مثل ذوبان الحمض وظروف خلط العجينة ودرجة حرارة ونسبة الرطوبة فى العجينة. وكثير من أنظمة الرفع الكيماوى تبنى على أساس أملاح أحماض الفوسفوريك والطرطريك.

(Macrae)

الأحماض المختلفة

حمض الأديبيك **adipic acid**

هو مسحوق أبيض متبلر له إسترطاب منخفض وله لذاعة عالية تستمر فى منتجات العنب وفى المنتجات ذات النكهات الرقيقة. وهو أكثر لذاعة عن حمض السيتريك على أى رقم $ج_{يد}$. والمحاليل المائية للحمض هى أقل محمضات الأغذية حموضة ولها قوة تنظيم عالية فى مدى أرقام $ج_{يد}$ ٢,٥ – ٣. وهو يعمل أساساً كمحمض ومنظم ومساعد على تكوين الجل ومنحى sequestrant. وهو يستخدم فى الحلويات وضهى الجبن والدهون ومستخلصات النكهة. ولأنه يمتص الرطوبة ببطء فإنه يصلح فى المنتجات الجافة مثل مخلوط مسحوق مشروبات الفاكهة وفى أنظمة إرتفاع leavening مخاليط الكيك وعقبة الجيلاتين واللبن المبخر والبودنج الفورى

حمض الأديبيك	يد أ أ ك | يد٢ ك | يد٢ ك | يد٢ ك | يد٢ ك | يد أ أ ك

ثوابت التأين:

$ث_١ = ٣,٧١ \times ١٠^{-٥}$ $ج ث_١ = ٤,٤٣$

$ث_٢ = ٣,٨٧ \times ١٠^{-٦}$ $ج ث_٢ = ٥,٤١$

عند درجة حرارة ٢٥°م

ينصهر على ١٥٢°م ويذوب فى ١,٩ جم/١٠٠ ماء على ٢٠°م ، ٨٣ جم على ٩٠°م.

حمض الأراكيدونيك **arachidonic acid**

أنظر: دهون

حمض الأسبارتيك **aspartic acid**

أنظر: بروتين

حمض الأسكوربيك/فيتامين ج **ascorbic acid**

أنظر: فيتامين ج

حمض الأكساليك **oxalic acid**

أنظر: أكسالات

حمض أمينى **amino acid**

أنظر: بروتين ، حمض أمينى

حمض الأوروتيك/فيتامين ب١٣ orotic acid

أنظر: حمض أوروتيك، حمض

حمض باراأمينوبنزويك para-aminobenzoic acid

أنظر: باراأمينوبنزويك، حمض

حمض بالمتيك/ نخليك palmetic acid

أنظر: دهن

حمض بانتوثينيك pantothenic acid

أنظر: بانتوثينيك، حمض

حمض بروبيونيك propionic acid

أنظر: بروبيونيك، حمض

حمض: البكتينيك pectinic acid

أنظر: بكتين

حمض البنزويك benzoic acid

أنظر: بنزويك، حمض، مواد حافظة

حمض: بوريك boric acid

أنظر: بوراكس

حمض بيروفيك pyrovic acid

أنظر: بيروفيك، حمض، بروتين أحماض أمينية، أحماض دهنية ... الخ

حمض بيوتريك butyric acid

أنظر: دهن

حمض: جبرلليك gibberellic acid

أنظر: جبريلين

الأحماض الأمينية amino acids

أى جزىء يحتوى كلاً من مجموعة الكربوكسيل الحمضية ومجموعة أمينو يمكن أن يقال أنه حمض أمينى. ألفا-حمض أمينى α-amino acid به مجموعة الأمين الأولية ومجموعة الكربوكسيل متصلة بنفس ذرة الكربون (ألفا كربون) (صورة١)

ذرة ألفا كربون

يد

ألفا مجموعة كربوكسيل حمضية

ر-ك-ك أ أ$^-$ ←

|

ألفا مجموعة أمينية يد$_3$ن

+

أيون ساجب zwitter ion (ثنائى القطبية)

صورة ١: تركيب ألفا حمض أمينى.

وعند نقطة التكاهر ج‍ pI isoelectric point فإن كلاً من المجموعتين ألفا أمينو وألفا حمض الكربوكسيل تتأين ويكون الحمض الأميني متعادلاً. صورة (٢) تعطى حمض الأمينى الانين ويلاحظ فيه أن المجموعة الجانبية (ر) هى ميثايل.

ألفا مجموعة كربوكسيل حمضية
يد
ألفا كربون
← ⁻أ أ ك-ك-يد٣ك
ألفا مجموعة أمين ← ⁺ن٣

صورة ٢: ألانين – كمثال للحمض الأميني.

ومعظم الأحماض الأمينية توجد فى مشابهين. وهذه المشابهات تعرف بـ (+) أو (−) (سابقاً د ، ل) وتدل على أنه فى محلول نقى تحول الضوء المستقطب مع حركة الساعة ديكستروروتاتورى: إلى اليمين dextrorotatory أو ضد حركة الساعة ليفوروتاتورى: إلى اليسار leavo rotatory. كما أن الحمض الأمينى يمكن أن يسمى د أو ل D or L.

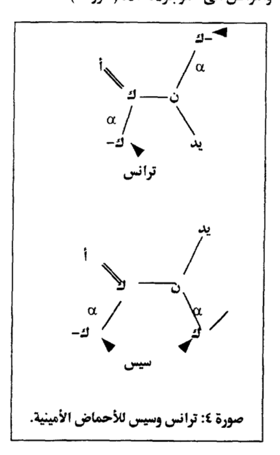
ل-ألانين
يد
ك
يد٣ ن⁺
⁻أ أ ك
يد٣ ك
مرآة
د-ألانين

صورة ٣: مشابهات الآلانين.

الأحماض الأمينية والبروتينات

فقط ال ل أحماض أمينية من ألفا أحماض أمينية توجد في البروتينات. ولاتوجد ال د أحماض أمينية إلا في جدر خلايا بعض البكتيريا وفي بعض مضادات الحياه الببتيدية.

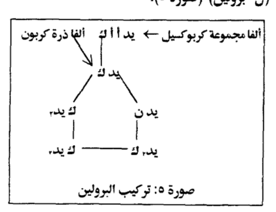
وباتحاد حمضين أمينيين بين ألفا مجموعة أمين وألفا مجموعة كربوكسيل يتكون مجموعة ببتيد وهي أساس البروتينات (أنظر: بروتينات) وهذه توجد في نوعين سيس cis وترانس trans والترانس هي الموجودة عادة (صورة ٤).



صورة ٤: ترانس وسيس للأحماض الأمينية.

الأحماض الأمينية الموجودة في البروتينات

الأحماض الأمينية الموجودة في البروتينات تسمى الأحماض الأمينية المعايرة أو أحياناً الأولية أو العادية وعددها ٢٠ وأحياناً يوجد مجموعة إمين (ل-برولين) (صورة ٥).



صورة ٥: تركيب البرولين

والبرولين له إمين ثان (في حين أن الأحماض ألفا لها إمين أولى). وإذا كانت مجموعة إمين في أماكن منتظمة في الببتيد (كما في الكولاجين وهو مولد الجيلاتين) فإن البروتين يمكن أن يطوى في تركيب منتظم.

تقسيم الأحماض الأمينية

أن أهم تقسيمين للأحماض الأمينية هو قطبيتها تبعاً لمجموعة ر على رقم جيد ٧ أو إذا كانت ضرورية أم لا في الغذاء للحيوان. (أنظر: الأحماض الأمينية في البروتين)

والأحماض الأمينية مواد صلبة متبلرة بيضاء تنصهر على درجات حرارة مرتفعة ويتراوح وزنها الجزيئي بين ٧٥، ٢٠٤.

★ **الجليسين:** له طعم حلو ووزنه الجزيئي ٧٥,١ فهو صغير وهو مكون رئيسي في الكولاجين ولذا فإنه يكون ملف ثلاثي ضيق لأن كل حمض أميني ثالث هو جليسين.

★ ألانين: ووزنه الجزيئي ٨٩,١ وهو كالجليسين يوجد في تركيزات مرتفعة في البروتينات المطوية الضيقة مثل الكيراتين keratin والكولاجين وبيت العنكبوت.

★ سيرين: وزنه الجزيئي ١٠٥,١ وهو قطبي ولكن غير ذي شحنة مثل جليسين وثريونين وسستنين وتيروسين وإسباراجين وجلوتامين. وهو ضروري في موانع الإنزيمات النشطة خاصة في الإنزيمات الهاضمة: تربسين وكيموتريسين.

★ سستين ووزنه الجزيئي ٢٤٠,٢ و سستئين ووزنه الجزيئي ١٢١,١ في سلسلتهما الجانبية يوجد كبريت إما مؤكسد كثنائي الكبريتيد أو مختزل كثيول thiol (صورة ٦).

-أ أ ك   -أ أ ك

يد-ك-ك يد٢-كب-كب-يد٢ ك-ك-يد

يد٣ ن+   يد٣ ن+

صورة ٦: مجموعة ثنائي الكبريتيد في جزيء السستين تربط جزيئين سستئين.

وهو يربط البروتينات عن طريقها. والثيول في السستين ضروري للنشاط الحفزي لبعض الإنزيمات.

★ حمض الإسبارتيك: ووزنه الجزيئي ١٣٣,١ وهو حامضي وكهربياً متعادل عند جيد ٢,٩٨.

★ أسباراجين: ووزنه الجزيئي ١٣٢,١ وهو أول ماعرف من الأحماض الأمينية عام ١٨٠٦م.

★ فالين: ووزنه الجزيئي ١١٧,١ وهو ضروري للإنسان ويحتاج الفرد ١,٥ جم/يوم.

★ لوسين: ووزنه الجزيئي ١٣١,٢ وهو ضروري للإنسان ويحتاج الفرد ٢,٠جم/يوم.

★ أيزولوسين: ووزنه الجزيئي ١٣١,٢ وله ذرتان كربون غير متشابهين ولذا يمكن أن يوجد في أربعة متشابهات وواحد منها فقط يوجد في البروتين وهو ضروري للإنسان ويحتاج الفرد ١,٣ جم/يوم.

★ الميثيونين: ووزنه الجزيئي ١٤٩,٢ وهو يحتوي كبريت ولكن لايكون روابط ثنائي الكبريتيد وهو يلعب دوراً هاماً في تخليق البروتين ففي الخلايا اليوكاريوتية/ذات النواه ذات الغشاء كل البروتينات من حمض النيوكلييك النووي تبتديء بميثيونين وهو ضروري للإنسان ويحتاج الفرد ٢,٠٢جم/يوم.

★ ثريونين: ووزنه الجزيئي ١١٩,١ ويحتوي على مجموعة أيدروكسيل مما يجعله قطبياً ولكن لايحمل شحنة على جيد الفسيولوجي وله ذرتان غير متشابهتين ولذا يمكن أن يوجد في ٤ مشابهات ومشابه واحد فقط يوجد في البروتينات وهو ضروري للإنسان ويحتاج الفرد إلى ٠,٩١جم/يوم.

★ جلوتامين: ووزنه الجزيئى ١٤٦,١ وهو قطبى ويوجد فى كميات كبيرة فى بروتينات القمح: جليادين وجلوتينين.

★ حمض الجلوتاميك: ووزنه الجزيئى ١٤٧,١ وهو حامضى وعليه شحنة سالبة ولذا يوجد على سطح البروتينات وملحه الصوديومى - أحادى جلوتامات الصوديوم - (أ.ج.ص MSG) له طعم حلو وملحى على تركيزات منخفضة جداً وهو يزيد الحساسية للطعمين الحامضى والمر.

★ ليسين: ووزنه الجزيئى ١٤٦,٢ وبه مجموعة موجبة وبها مجموعة أمينية ثانية تتفاعل مع المتبقيات الأخرى لتكون تشابكات تساهمية وهو مهم لأن هذه التشابكات تساهم فى عملية التعمير aging فى الجلد. وهو يتفاعل مع السكريات فى تفاعلات مايارد Mailard reactions ويعطى نكهات وألوان وهو حمض ضرورى ويحتاج الفرد ١,٥ جم/يوم وللأسف فإن الحبوب منخفضة فيه.

★ أرجينين: ووزنه الجزيئى ١٧٤,٢ ويشتمل على مجموعة جوانيدين موجبة فى نهاية مجموعة ر وهو قاعدى أكثر من الليسين وعلى ذلك فهو يحمل بروتونات (١٠٠٪) مع شحنة +١ على جهد الفسيولوجى.

★ هستيدين: ووزنه الجزيئى ١٥٥,٢ وبه مجموعة موجبة والهيموجلوبين به محتوى مرتفع منه ليعادل تأثيرات ثانى أكسيد الكربون.

★ فينيل آلانين: وزنه الجزيئى ١٦٥,٢ له مجموعة ر أروماتية كارهة للماء غير قطبية ولايستطيع نسبة من المولودين طبيعياً تمثيله فى مرض يعرف بالفينيل كيتونيوريا phenyl ketonuria.

★ تربتوفان: ووزنه الجزيئى ٢٠٤,٢ ومجموعة ر فيه أروماتية كارهة للماء غير قطبية وهو ضرورى للإنسان ويحتاج الفرد ٠,٥ جم/يوم ويمكن أن يعالج البلاجرا (أو تعالج بالنياسين).

★ تيروسين: ووزنه الجزيئى ١٨١,٢ وله مجموعة أروماتية قطبية ولكن غير ذات شحنة وهو مهم فى تخليق الأدرينالين والثيروكسين.

أحماض أمينية غير عادية

★ سيلينوسستين selenosystine: وهو مماثل للسستئين حيث حلت ذرة سيلينيوم selenium محل الكبريت وهو يوجد فى المواقع النشطة للإنزيمات التى تعتمد على السيلينيوم مثل بيروكسيداز الجلوتاثيون وهى تزيل يد٢أ٢ السام من الخلايا.

أحماض أمينية تكونت بتحوير البروتينات

◈ الأدركسلة hydroxylation

• برولين: أدركسلة البرولين تعطى ٣ أو ٤ أيدروكسى برولين تدخل فى ببتيد فى الكولاجين.

• ٥ أيدروكسى ليسين: يوجد فى الكولاجن وينتج عن أدركسلة الليسين وأعراض الأسقربوط تحدث عندما لايتم أدركسلته.

◈ فسفرة phosphorylation

• فوسفوسيرين phosphoserine: يربط الكالسيوم ولذا يوجد فى بروتينات مثل الكازين. كما توجد أشكال مفسفرة للثريونين والتيروسين فى الأنسجة.

◈ كربكسلة carboxylation

• جاما كربوكسى جلوتاميك γ-carboxyglutamic acid: وله علاقة بربط الكالسيوم ويوجد فى البروثرومين الذى يرتبط بتجلط الدم.

◈ ممثلة methylation

• ابسيلون-ن-ميثيل ليسين ε-N-methyllysine: ويوجد فى بروتين الفصل المنقبض وفى سيتوكروم ح cytochrome C.

الوجود والأيض

النباتات العالية تستطيع تكوين كل الأحماض الأمينية وكذلك *Escherichia coli* تستطيع تكوين كل الأحماض الأمينية التى تحتاجها ولكن بكتيريا حمض اللاكتيك لابد وأن تحصل على بعض الأحماض الأمينية من البيئة.

وكل الأغذية الحيوانية مثل اللحم والسمك واللبن والبيض تحتوى بروتينات والبروتينات النباتية أكثر فقراً عن البروتينات الحيوانية فيما عدا بذور البقول والنقل/المكسرات وإن كان ينقصها الميثيونين والخضروات الورقية أغنى من الخضروات الجذرية والفواكه فقيرة فى البروتين.

◈ مشتقات البروتين الكربوايدراتية glycosylation

يرتبط غالباً الجالاكتوز أو الجلوكوز بالأسباراجين أو السيرين أو الثريونين أو الأحماض الأمينية المؤدركسلة hydroxylated. والبروتينات الكربوايدراتية يمكنها تكوين تركيبات جلية لها تأثير كبير على نشاط الماء وتؤثر على قوام الأغذية.

• دزموسين Desmosine

هو مشتق من الليسين يوجد فى الإلاستين وربط بينه وبين تأثيرات الشيخوخة كما ترى فى الجلد.

والحيوانات لاتستطيع تخليق جميع الأحماض الأمينية والانسان لايخلق إلا ١٠ من الـ ٢٠ حمض أمينى وهذه التى لاتخلق يعتبر وجودها ضرورى فى الغذاء.

وحوالى ٧٥٪ من أيض الأحماض الأمينية مخصص لتخليق البروتينات فى الانسان البالغ فى حالته الطبيعية وتستخدم فى صيانة الأنسجة ونموها وفى تخليق الانزيمات والبلازما وكرياتين العضل وفى الاناث فى إنتاج اللبن. و الـ ٢٥٪ الباقية تنتج مركبات متوسطة لدورة الأحماض الكربوكسيلية الثلاثية ح.ك.ثلا وللهرمونات والناقلات العصبية.

• مركبات متوسطة

الأورنيثين ornithine والسترولين citrolline أحماض أمينية متوسطة فى الأيض وهى تلعب دورا هاما فى أكسدة الأحماض الأمينية فى الكبد. (صورة ٧)

يد٣ن⁺
|
⁻أ أ ك–يد ك–(يد٢ ك)٣–ن⁺يد٣

أورنيثين

أ   يد٣ن⁺
|| |
⁻أ أ ك–يد ك–(يد٢ ك)٣–يد ن–ك–ن يد٢

سترولين

صورة ٧: تركيب كل من الأورنيثين والسترولين.

الأحماض الأمينية الناقلة للإشارات العصبية
amino acids neurotransmitters

الأحماض الأمينية جلوتامات وجلوتامين وأسبارتات وجليسين وجاماأمينوبيوتريك γ-amino butyric acid (ج.أ.ب GABA) تعمل كناقلات للإشارات العصبية لأنواع معينة من الخلايا العصبية أو المخ. والجلوتامين هام فى النظام المركزى العصبى فى اللافقريات وربما أيضاً فى الإنسان و ج.أ.ب يوجد فى تركيزات عالية حوالى ٠,٨ ملليمول mM فى المخ (صورة ٨).

يد٣ن⁺
|
يد٢ ك–(يد٢ ك)٢–ك أ أ⁻

صورة ٨: تركيب حمض جاما أمينوبيوتريك

الهرمونات

ثيروكسين وثالث يوديد الثيروكسين هرمونات مشتقة من الحمض الأمينى تيروسين وهى منشط الأيض فى الأنسجة (صورة ٩).

ى   ى   يد٣ ن⁺
|
أ يد–(حلقة)–أ–(حلقة)–ك يد٢ ك يد ك أ أ⁻
ى   ى

ثيروكسين

ى   ى   يد٣ ن⁺
|
أ يد–(حلقة)–أ–(حلقة)–ك يد٢ ك يد ك أ أ⁻
ى

ثالث يوديد الثيروكسين

صورة ٩: تركيب الثيروكسين وثالث يوديد الثيروكسين. (Macrea)

أيض الأحماض الأمينية metabolism

بعض الأحماض الأمينية غير البروتينية معروف عنها أنها سامة للحيوانات والنباتات والكائنات الدقيقة وبعضها يتجمع بنسب عالية كما في حالة ٥-أيدروكسى تربتوفان 5-hydroxy tryptophane، كانافارين canavarine أو ٣،٤-ثنائي أيدروكسيد فينيل الأنين 3,4-dihydroxy phenylalanine والذى ربما كون ١٤٪ من وزن البذور في بعض أنواع عائلة البقوليات Leguminoseae.

التخليق الحيوى للأحماض الأمينية

◈ تمثيل النتروجين

النتروجين غير العضوى يدخل مركبات النتروجين العضوية كأمونيوم وهذه العملية تعرف بإسم تمثيل الأمونيوم ammonium assimilation تؤدى إلى تكوين الجلوتامات وجلوتامين وفوسفات الكاربامويل carbamoyl phosphate. وإستخدام نتروجين فوسفات الكاربامويل محدد بالتخليق الحيوى للأرجينين ونيتوكليوتيدات البيريميدين pyrimidine nucleotide. وأساساً كل النتروجين في الأحماض الأمينية والمركبات النتروجينية الأخرى تأتى مباشرة أو غير مباشرة من الجلوتامات أو جلوتامين.

والأمننة amination المختزلة لـ ٢ أكسوجلوتارات بواسطة أيونات الأمونيوم (ن يد٤+) والذى يحفزه ديهيدروجيناز الجلوتامات هو أبسط طريق لتكوين مجموعا ألفا مجموعات أمينو.

٢ اكسو جلوتارات + ن يد٤+ + نك أ ثنا نو فو يد + يد+

← جلوتامات + يد٢ أ + نك أ ثنا نو فو+

وهذا التفاعل يحدث في النباتات والبكتريا تحت ظروف تركيزات عالية من ن يد٤+ وهذه سامة للخلايا ولاتحدث كثيراً تحت الظروف الطبيعية بما معناه أن هذا الإنزيم لايلعب دوراً جوهرياً في التمثيل الأمونى الأولى. وتحت الظروف العادية فإن دورة سينثاز الجلوتامات تكون الطريق الرئيسى والذى بواسطته تمثل النباتات والكائنات الدقيقة ن يد٤+. وهذه الدورة تشمل التتابع لفعل إنزيمين: جلوتامين سينثاتاز وهو يحفز إنتاج/أمدتة amidation الجلوتامين من الجلوتامات في وجود أ.ثلا.ف ، وسنثاز الجلوتامات وهو يحفز نقل مجموعة الدلتاأمينو δ-amino group من الجلوتامين إلى ٢- أكسوجلوتارات لإعطاء جزيئى جلوتامات.

٢ اكسو جلوتارات + ن يد٤+ + نك أ ثنا نو فو يد + أ.ثلا.ف

أو فيرودوكسين

مختزل

← جلوتامات + نك أ ثنا نو فو+ + أ.ثنا.ف + ف١

أو فيرودوكسين مؤكسد — فوسفات غير عضوى

◈ تخليق الأحماض الأمينية

إن التخليق الحيوى للأحماض الأمينية البروتينية يأتى من طرق تفريعية من مركبات مفتاح متوسطة قليلة في طرق الأيض المركزية والتى هى عامة لكل الخلايا وهى: هدم الجلوكوز glycolysis وطريقة فوسفات البنتوز/الخماسى pentose phosphate ودورة الأحماض الكربوكسيلية الثلاثية (ج.ك.ثلا).

ومن المناسب أن تقسم الأحماض الأمينية البروتينية إلى ست عائلات تخليقية حيوية تبعاً

للأيضات المركزية والتي تخدم كنقاط إبتداء لتخليقها.

• عائلة الجلوتامات

٢ أكسوجلوتارات – وهو أحد المركبات المتوسطة في دورة ح.ك.ثلا يخدم كنقاط بداية في تكوين الجلوتامات والأعضاء الأخرى لعائلة الجلوتامات وهي جلوتامين وبرولين وأرجينين وفي الفطر fungi والـ *Euglena* الليسين

• عائلة السيرين

٣ فوسفوجليسيرات 3-phosphoglycerate – وهو مركب متوسط في الطريق الجليكوليتي glycolytic pathway – يخدم كمولد لعائلة السيرين: سيرين وجليسين وسستئين

وتمثيل الكبريت مقصور على النبات والكائنات الدقيقة لأن الحيوانات لاتستطيع تمثيل الكبريت غير العضوى ولابد من أخذه من الميثيونين والسستئين والكائنات الدقيقة تستطيع إختزال الكبريتات أو الثيوكبريتات أو الكبريت المعدنى أما النباتات فتستخدم الكبريتات في تخليق الأحماض الأمينية. والتمثيل المختزل للكبريتات أي إدخال كبريت الكبريتات إلى مجموعات الثيول في الأحماض الأمينية والمركبات العضوية الأخرى يتطلب إختزال الكبريتات إلى كبريتيت وبعد ذلك إلى كبريتيد. وعلى ذلك فالنباتات والكائنات الدقيقة والتي تستخدم يدم كب كمصدر للكبريت تخلق السستئين بواسطة طريق تميؤ الكبريت المباشر sulphhydrylation pathway في حين أن الثدييات والتي تخلق السستئين بطريق نقل الكبريت transsulphuration فإن السستئين يأتي بالهيكل الكربوني من السيرين ولكن ذرة الكبريت فيحصل عليها من الميثيونين.

• عائلة الإسبارتات

الأكسالوخلات oxaloacetate – وهو مركب متوسط في دورة ح.ك.ثلا يعطى الهيكل الكربوني في تخليق ست أحماض أمينية مختلفة: اسبارتات وأسباراجين وليسين (في البكتيريا والنباتات ولكن ليس في الفطر fungi) والميثيونين والثريونين والأيزولوسين

ولكن الأيزوبوسين كثيراً مايدخل ضمن عائلة البيروفات حيث أربع من الخمس إنزيمات التخليقية الحيوية عامة مع طريق الفالين أما المثيونين فيأخذ كبريته من السستئين.

• عائلة البروفات

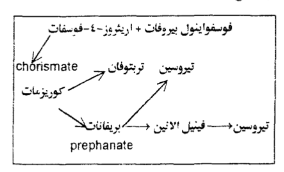
وهذه تشمل الألانين والفالين واللوسين بجانب البيروفات.

ألانين
لوسين
بيروفات ← ألفاكيتوايزوفاليرات
فالين

البيروفات وهو مركب متوسط جليكوليتي glycolytic intermediate يعطى التركيب الكربوني للألانين والفالين و ٤ من ٦ كربون في اللوسين. كما أن البيروفات تعطى ذرتين كربون في تخليق الأيزولوسين وفي المتوسط ٢,٥ ذرة كربون في تخليق الليسين في البكتريا والنبات. والأيزولوسين وهو عضو في عائلة الاسبارتات يذكر مع الفالين لأن تخليقهما يشمل إنزيمات واحدة.

• العائلة الأروماتية

الفينيل الانين والتيروسين والتربتوفان وهي تكون العائلة الأروماتية للأحماض الأمينية تخلق من الفوسفواينول بيروفات phosphoenolpyrovate وأريثروز-٤-فوسفات erythrose-4-phosphate وهذه مركبات متوسطة في هدم الجلوكوز glycolysis وطريق فوسفات البنتوز (خماسي) pntose phosphate بالتتابع



وهذه الأحماض الأمينية يتم تخليقها بواسطة طريق متفرع فيه الكوريسمات chorismate هي نقطة التفرع الرئيسية. والكوريسمات يتم تخليقه بواسطة طريق يتكون من سبع خطوات وكثيراً مايرمز له بطريق الشيكيمات schikimate أو الطريق الأروماتي العام لبناء حلقة البنزين benzene.

وفي بعض الكائنات ومن بينها الإنسان يخلق التيروسين بأدرسنة hydroxylation الفينيل الانين في تفاعل يحفزه أيدرولاز الفينيل الانين phenylalanine hydroxylase. وهذا التفاعل وهو التفاعل الوحيد المعروف للأحماض الأمينية في الحيوانات يفسر عدم ضرورة التيروسين في الثدييات وهو غير عكسي ويشرح لماذا لايستطيع التيروسين الحلول محل الفينيل الانين غذائياً.

• عائلة الهستيدين

هستيدين يخلق من فوسفات ٥-ريبوز ribose-5-phosphate وهو مركب متوسط في طريق فوسفات الخماسي phosphate pentose.

والأحماض الأمينية غير العادية تخلق بواسطة مابعد ترجمة posttranslational تحوير تساهمي

للأحماض الأمينية البروتينية. هذه التحويرات والتي ربما كانت تحفز بواسطة إنزيمات أو تحدث ذاتياً تشتمل على عدة طرق كيماوية بما فيها جليكوسيلاشن glycosylation وفسفرة وأدركسلة وممثلة methylation والخلاتية acetylation والأمددة amidation. والأيدروكسي برولين proline hydroxy والأيدروكسي ليسين hydroxy lysine يوجدان في الكولاجين وهما لايدخلان الكولاجين حيث أنه لايوجد ح.ر.ن ناقل يستطيع معرفة وإدخال الحمضين الأمينين في سلسلة عديد الببتيد المولدة وهي تخلق بأدركسة البروبيل propyl والليسيل lysyl في تفاعلات تحفز بواسطة أيدروكسيلاز البروبيل وأيدروكسيلاز الليسيل. و ٣-ن-ميثيل هستيدين 3-N-methyl histidine والذي يوجد في الأكتين والميوسين يخلق بممثله methylation الهستيديل في تفاعل أنزيمي يستخدم أدينوسيل ميثيونين s-adenosyl methionine ليعطي مجموعة الميثايل. وهذا الطريق متخصص جداً لأنه واحد فقط من ٣٥ تمثل هستيدين الموجودة في سلسلة الليوسين والممثلة methylated تعتمد على عدد من العوامل منها العمر والغذاء.

وقد أجرى قليل من الشغل على التخليق الحيوي للأحماض الأمينية غير البروتينية.

تنظيم تخليق الأحماض الأمينية الحيوي

إن تنظيم تخليق الأحماض الأمينية الحيوي يحدث في مستويين:

١- تنظيم النشاط الإنزيمي أو سيل الأيضات على الطريق.

٢- تنظيم كمية الإنزيم.

١- تنظيم النشاط الإنزيمي

إن تثبيط خطوة ما بالناتج النهائي وهو في هذه الحالة الحمض الأميني نفسه يمثل أبسط الأنواع في تثبيط التغذية الخلفية feedback inhibition. ومن أمثلتها تنظيم التخليق الحيوي للبرولين والأرجينين والهستيدين والأحماض الأمينية ذات السلسلة المتفرعة. والألانين والإسبارتات والجلوتامات والجليسين هي أربعة أحماض أمينية لايوجد لها تثبيط تغذية خلفية معروف. وهذه الأحماض الأمينية عادة في توازن - بواسطة تفاعلات عكسية - مع مركبات هي مركبات مفتاح متوسطة في طرق الأيض المركزية. والأنسياب الأيضي في طرق التخليق الحيوي للستة عشر حمض أميني بروتيني المتبقية ينظمه بعدة أنواع من تثبيط التغذية الخلفية. وتثبيط التغذية الخلفية المتتابع ينظم تخليق الأحماض الأمينية الأروماتية في *B. subtilis*. والخطوات الأولى المتشعبة divergent في تخليق هذه الأحماض الأمينية يثبط بواسطة النواتج النهائية. وإذا وجدت زيادة من هذه الأحماض الثلاث فإن المركبات المتوسطة كوريزمات والبريفينات prephenate تتجمع مثبطة الإنزيم العام الأول في الطريق للجميع أي أول تفاعل في طريق الشيكيمات shikimate.

وتعدد الإنزيمات ينظم تخليق الأحماض الأمينية الأروماتية في *E. coli*، *S. typhimurium*، *Neurospora crassa* كما أنه ينظم عائلة

الأحماض الأمينية إسبارتات فى E. coli. ففى الأولى يوجد ثلاثة مشابهات إنزيمات isoenzymes التى تحفز التفاعل الأول فى طريق شيكيمات: واحد يثبطه الفينيل ألانين وواحد يثبطه التيروسين وواحد يثبطه التربتوفان. وفى الأخيرة فإنه توجد ثلاثة من الإنزيمات تحفز التفاعل الأول فى الطريق الذى يؤدى من الاسبارتات إلى اسبارتات بيتا شبه ألدهيد -aspartate β- semialdehyde: أحدها يثبطه الميثيونين والآخر الثريونين والثالث الليسين.

وفى Bacillus polymyxa ، Rhodopseudomonas capsulata يوجد إنزيم يحفز التفاعل الأول فى الطريق المؤدى من اسبارتات إلى إسبارتات بيتا-شبه ألدهيد وهذا يتم تنظيمه بتثبيط تغذية خلفية منسجم concerted. والليسين والثريونين لوحدهما مثبطات ضعيفة ولكن عند وجودهما معاً فإن تثبيط تآزرى/تعاضدى قوى يحدث.

وتنظيم سينثتاز الجلوتامين فى الـ E. coli وهو إنزيم مفتاح فى إنسياب النتروجين غير العضوى إلى المركبات العضوية هو مثال لتثبيط التغذية الخلفى المتراكم. فمثبطات ثمان إما نواتج نهائية-أيضية للجلوتامين (تربتوفان وهستيدين وفوسفات الكاربامويل carbamoyl phosphate وجلوكوزامين ٦- فوسفات glucosamine 6-phosphate وسيتيدين ثلاثى الفوسفات cytidine triphosphate وأدينوسين أحادى الفوسفات أ.أ.ف AMP) أو بطريق آخر دلائل الحالة العامة لأيض الأحماض الأمينية (الألانين والجليسين) وكل من المركبات الثمانية وحده يسبب تثبيطاً جزئياً ولكن باتحاد عمل كل منها مستقلاً عن الآخر، فإن درجة التثبيط تزداد حتى أن النشاط يقف تماماً تقريباً عندما توجد المركبات الثمانية معاً فى وقت واحد. وطرق أخرى لضبط نشاط الانزيم تشمل:١-تنشيط الانزيمات بالأيضات. ٢- تحوير الانزيمات. ٣- نشاط منضدات الانزيمات المتعددة قد يتغير مع المكونات الموجودة.

٢- تنظيم كمية الإنزيم

يمكن ضبط كمية الإنزيم بعدة طرق: ١- كبح التخليق الإنزيمى بواسطة الناتج النهائى مثل كبح تخليق كل الإنزيمات فى التخليق الحيوى للهستيرين فى الـ E. coli بواسطة الهستيدين. ٢- حث مادة التفاعل فى التخليق الإنزيمى مثل حث تخليق الإنزيم الأول المرتبط بتخليق السستثين الحيوى فى E. coli بواسطة ناتج تفاعله. ٣- الخفض الأيضى للتخليق الإنزيمى مثل تخليق كل إنزيمات الأحماض الأمينية حيوياً ينقص بشدة عند[illegible] تتم تنمية E. coli فى وسط غنى. ٤- تنظيم هدم البروتينات. ومع ذلك فإن حماية إنزيم معين ضد التحلل البروتيوليتى proteolysis هو على ما [illegible] عملية تنظيمية مهمة.

هدم الأحماض الأمينية
amino acid catabolism

كل الخلايا التى يحدث بها هدم بروتينى داخل الخلية مع تدوير الأحماض الأمينية الناتجة فى بروتينات أو يحدث لها هدم تأكسدى لإعطاء طاقة. وفى الكائنات الدقيقة والنباتات لاتوجد الأحماض

الأمينية عادة بكميات كبيرة. ولكن في الحيوانات العالية فإن مايدخل من الأحماض الأمينية قد يتجاوز الإحتياجات الأيضية وهذ الزيادة تخزن كأحماض أمينية ولاتفرز كما هي ولكنها تستخدم في إطلاق الطاقة. ويقدر أن الأحماض الأمينية تعطي ١٥٪ من الطاقة الكلية المطلوبة في الإنسان البالغ وهذه النسبة يمكن زيادتها في حالة عدم كفاية الطاقة أو الأمراض. والأحماض الأمينية يمكن أن تكون مصدرا هاما للطاقة في النبات أثناء إنبات البذور وفي الكائنات الدقيقة عندما تكون الكربوايدرات أو الأحماض الدهنية غير متاحة. ويحدث نفس الشيء في البكتريا التي قد تنمو في وسط يحتوي أحماضا أمينية كمصدر للطاقة مع الكربون زالنتروجين. وهذه الكائنات تستخدم طرقا لهدم الأحماض الأمينية مماثلة للحيوانات العالية.

نقل الأمين وإزالته

transamination & deamination

إن أول خطوات هدم الأحماض الأمينية يشتمل على إزالة مجموعة الألفا أمينو لإعطاء حمض ٢ أكسو. وهناك طريقان لذلك: نقل الأمين وإزالة الأمين.

فنقل الأمين وهو الميكانزم العام لإزالة الأمين من الأحماض الأمينية يشتمل على نقل الأمين من حمض أميني معطي إلى مستقبل ٢ حمض اوكسو مع تكوين حمض أميني جديد وحمض اكسو جديد. وتفاعلات نقل الأمين يحفزها إنزيمات تعتمد على فوسفات البيروكسيدال تسمى ترانس أمينازات أو على الأصح أمينوترانسفيرازات. وهذه الإنزيمات لها تخصص مزدوج في أنها متخصصة للمستقبل حمض ٢ اكسو ولكنها غير متخصصة للحمض الأميني المعطي. فمعظم أمينوترانسفيرازات متخصصة لـ ٢ اكسو جلوتارات كحمض٢ اكسو مستقبل رغم أن بعضها قد يستخدم البيروفات أو الأكسالوخلات. وعلى ذلك فهناك ثلاثة أقسام من الأمينوترانسفيزازات وهي تكون جلوتامات وألانين واسبارتات. وقد تم التعرف على ٥٠ أمينوترانسفيرازات وفيما عدا الليسين والثريونين فإن مجموعة ألفا أمينو التي توجد في الأحماض الأمينية البروتينية يمكن إزالتها بطريقة نقل الأمين وبجانب ذلك فإن نقل الأمين لايقتصر على مجموعة الألفا أمينو حيث مجموعة دلتا أمينو δ-amino في الأورنيثين يتم نقلها أيضا. والترانس أمينازات تلعب دورا هاما في هدم وبناء الأحماض الأمينية حيث أنها تحفز تفاعلات عكسية لها ثوابت توازن قريبة من الوحدة.

ونقل الأمين لاينتج عنه إزالة النتروجين من الأحماض الأمينية ولكنها تسمح بتجميع المجاميع الأمينية في الجلوتامات وإزالة الأمين التأكسدية oxidative deamination للجلوتامات بواسطة ديهيدروجيناز الجلوتامات ينتج عنه تحرير الأمونيوم والـ ٢ اكسوجلوتارات الناتجة إما أن تستخدم كمستقبلات لأحماض٢ اكسو في تفاعلات نقل أمين أو أنها تدخل دورة ح.ك.ثلا. والجلوتامات هي الحمض الأميني الوحيد الذي يوجد له ديهيدروجيناز متخصص وعالي النشاط. وهذا الطريق وهو الطريق المزدوج للأمينوترانسفيرازات وديهيدروجيناز الجلوتامات هو المسئول عن معظم الأمونيا الناتجة من هدم الأحماض الأمينية.

وهناك طرق إضافية صغيرة لنزع الأمين من الأحماض الأمينية هي أكسيدازات الأحماض الأمينية والتي تستطيع أكسدة معظم الأحماض الأمينية الطبيعية وكذلك الديهيدراتازات dehydratases والتي يمكنها الإزالة غير التأكسدية لمجموعات الأمينو في بعض الأحماض الأمينية.

دورة اليوريا urea cycle

معظم الفقريات الأرضية – بمافيها الثدييات – تفرز الأمونيا على هيئة يوريا وهذه عالية الذوبان في الماء وغير سامة للخلايا. وهي تصنع بدورة اليوريا في خلايا الكبد وتتكون من ٥ تفاعلات متتابعة:

١– ن يد$_{٤}^{+}$ + يد ك أ$_{٣}^{-}$ + ٢ أ.ثلا.ف ⟵
فوسفات الكاربامويل + ٢ أ.ثنا.ف + ف$_{١}$ + يد$^{+}$

٢– فوسفات كارباموبل + أورنيثين ⟵
سترولين + ف$_{١}$

٣– سترولين + اسبارتات + أ.ثلا.ف ⟵
ارجينوسكسينات + أ.أ.ف + ف ف$_{١}$

٤– ارجينوسكسينات ⟵ ارجينين + فيومارات

٥– ارجينين + يد$_{٢}$ أ ⟵ اورنيثين + يوريا

ن يد$_{٤}^{+}$ + يد ك أ$_{٣}^{-}$ + ٣ أ.ثلا.ف + يد$_{٢}$أ + اسبارتات
⟵ يوريا + ٢ أ.ثنا.ف + أ.أ.ف + ٢ ف$_{١}$
+ ف ف$_{١}$ + يد$^{+}$ + فيومارات

ومعظم الكائنات الحية تخلق الأرجينين من الأورنيثين بالتفاعلات ٢ – ٤ ولكن الكائنات التي تفرز اليوريا تستطيع حفز حلمأة الأرجينين (تفاعل٥) وهو التفاعل المسئول عن دورة اليوريا. وتخليق اليوريا يستلزم حلمأة ٤ جزيئات أ.ثلا.ف في كل دورة (٢جزيء أ.ثلا.ف يحتاجها تحويل أ.أ.ف إلى أ.ثلا.ف) والفيومارات الناتجة يتم تميؤها إلى مالات وتتأكسد إلى أكسالوخلات بإنزيمات دورة ح.ك.ثلا وتولد لأسبارتات من الاكسالوخلات بنقل الأمين وعلى ذلك فكلا مجموعتي الأمين في اليوريا تنتج من الأحماض الأمينية: واحد منها ينتج من الأمونيوم بإزالة الأمين (تفاعل١) والآخر ينتج من الاسبارتات (تفاعل٣) والبيكربونات (تفاعل١) تعطي ذرة الكربون في اليوريا. وليست كل اليوريا الناتجة في كبد الإنسان تفرز في البول لأن جزءاً كبيراً منها يتم حملأته في القولون بواسطة يوريوزات البكتريا. والغشاء المخاطي لقولون الإنسان منفذ لليوريا ومع ذلك فإن معظم جزيئات اليوريا يتم حلمأتها بسرعة في فجوة lumen القولون مع إمتصاص نسبة كبيرة من نتروجين الأمونيا الناتجة في النظام البابي portal system أو يؤيض بواسطة فلورا الأمعاء. والأمونيا الممتصة في القولون قد تكون متاحة لنقل الأمين إلى أحماض أمينية في الكبد أو يعاد تخليقها إلى يوريا أيضاً في الكبد مع توزيع بعضها مرة أخرى إلى القناة المعديمعوية gastrointestinal لتهدم إلى أمونيا ثم يعاد إدارتها.

طرق الهدم catabolic pathways

بإزالة مجموعات الأمينو من الأحماض الأمينية فإن الهيكل الكربوني المتبقي يوجه إلى سبع مركبات وسطية هامة وهي البيروفات وقرين إنزيم أ خلات (قر.أ خلات) وأسيتوخلات و٢ اكسو جلوتارات و قر.أ سكسينيل وفيومارات واكسالو خلات. وهذه إما تؤكسد مباشرة، إلى ثاني أكسيد كربون وماء في

دورة ح.ك.ثلا أو يعاد إدخالها إلى الجلوكوز والأحماض الدهنية. والأحماض الأمينية الجليكوجينية glycogenic هي تلك التي تحتوي تركيبات كربونية يمكنها توليد بيروفات أو مركبات متوسطة في دورة ح.ك.ثلا ويمكنها أن تتحول إلى جلوكوز من خلال تخليق الجلوكوز أو الجليكوجين من مصادر غير كربوايدراتية. وتلك الأحماض الأمينية التي تحتوي تركيبات كربونية تؤيض إلى قر.أ خلات أو اسيتوخلات أو سابقات لأحماض دهنية وأجسام كيتونية تسمى كيتونية ketogenic. وفيما عدا بعض أنواع النبات والكائنات الدقيقة والتي بها دورة الجليوكسيلات glycoxylate فكل الكائنات ينقصها طريق لتخليق الجلوكوز من قر.أ خلات أو اسيتوخلات. وقليل من الأحماض الأمينية جليكوجينية وكيتوجينية حيث جزءاً من تركيباتها الكربونية تتحول إلى مشتقات كربوايدرات بينما الأجزاء الأخرى تتحول إلى أجسام كيتونية (جدول١).

جدول (١): النهايات الأيضية للتركيبات الكربونية للأحماض الأمينية.

الحمض الأميني	منتجات الهدم	النهاية الأيضية
الانين	بيروفات	جليكوجينية
أرجينين ← جلوتامات	٢-اكسوجلوتارات	" "
أسباراجين ← اسبارتات	اكسالوخلات	" "
اسبارتات	اكسوخلات، فيومارات	" "
سستئين	بيروفات	" "
جلوتامات	٢-اكسوجلوتارات	" "
جلوتامين - جلوتامات	٢-اكسوجلوتارات	" "
جليسين ← سيرين	بيروفات	" "
هستيدين ← جلوتامات	٢-اكسوجلوتارات	" "
ميثيونين	قر.أ-سكسينيل	" "
برولين ← جلوتامات	٢-اكسوجلوتارات	" "
سيرين	بيروفات	" "
ثريونين	بيروفات	" "
فالين	قر.أ-سكسينيل	" "
ايزولوسين	قر.أ-سكسينيل، قر.أ خلات	جليكوجينية وكيتوجينية
فينيل الانين ← تيروسين	فيومارات، اسيتوخلات	" " " "
تربتوفان	بيروفات، قر.أ خلات، اسيتوخلات	" " " "
تيروسين	فيومارات ، اسيتوخلات	" " " "
لوسين	قر.أ خلات، اسيتوخلات	كيتوجينية
ليسين	اسيتوخلات	" "

يلاحظ أن هذا الجدول غير معترف به تماماً لأن جزءاً من الأحماض الأمينية جليكوجيني تحت بعض الظروف وكيتوجيني في ظروف أخرى. (Macrae)

تنظيم هدم الأحماض الأمينية

الكائنات الحية الدقيقة تنظم مستوى هدم الإنزيمات للأحماض الأمينية فى عدة طرق: (١) الإنزيمات تتعرض لكبح هدمى أى أن كبح الأحماض الأمينية بواسطة مصدر كربونى وطاقى حتى فى وجود - فى نفس الوقت - لهذا الحمض الأمينى كمصدر وحيد للطاقة أى أن هذه الإنزيمات لاتحث إلا عندما يحد الكربون والطاقة النمو - مثل حث التربتوفاناز وهو الإنزيم الذى يشق التربتوفان لإنتاج أمونيا والبيروفات والأندول فى *E. coli*. (٢) الإنزيمات التى تُحَثُ عندما يحد النتروجين من النمو - مثل حث إنزيم أكسيداز البرولين وهو الإنزيم الذى يحفز الخطوة الأولى فى هدم البرولين فى *E. coli* - حتى فى وجود كربون كاف. (٣) الإنزيمات تُحَث مستقلة عن الكربون والطاقة أو النتروجين مثل حث دبهيدروجيناز الثريونين - الإنزيم المتعلق بهدم الثريونين - فى *E. coli* (بالنمو فى اللوسين) حتى فى وجود مصادر أخرى للكربون والطاقة. وفى بعض الكائنات الدقيقة فإن الكبح الأيضى يمكن أن يتجنب بإشارة حد نتروجينى والتى تسمح بحث هدم حمض أمينى معين وهذه الإشارة للحد النتروجينى هى غالباً متعلقة بميكانيزم تنظيم معقد لسينثاتاز الجلوتامين.

وفى خلايا الحيوان فإن هدم الأحماض الأمينية يتعرض لميكانيزم ضبط فإزالة مجموعات الأمينو من الأحماض الأمينية ينظمه أساساً ضبط دبهيدروجيناز الجلوتامات وهذا الإنزيم يثبط بربط يغير من تكيف البروتين allostrically بواسطة أ.ثلا.ف وجوانوسين ثلاثى الفوسفات (ج.ثلا.ف) وينشطه أ.ثنا.ف وجوانوسين ثنائى الفوسفات (ج.ثنا.ف). وبذا فإنه عندما تكون شحنة الطاقة الخلوية منخفضة فإن معدل أكسدة الأحماض الأمينية يرتفع بينما ينظم دورة اليوريا الـ ن-خلات الجلوتامات N-acetylglutamate وهذا المركب هو مركب ربط يغير من تكيف البروتين allosteric موجب لسينثاتاز فوسفات الكرباموبل والذى يحفز التفاعل الأول والمحد للمعدل و ن-خلات الجلوتامات هو مولد للأرجينين وتخليقه يثبط بواسطة الأرجينين. ومع ذلك فإن إنزيمات هدم الأحماض الأمينية فى خلايا الحيوان معرضة لضبط الهرمونات أكثر من خلايا الكائنات الدقيقة. فمثلاً فإن تخليق أكسيجيناز التربتوفان والذى ينظمه بواسطة نشاط فوق الكلية adrenal activity ينضبط بحيث يتكون فقط فى بعض الأغشية وفى بعض الأحيان أثناء التطور. وغذاء عالى فى البروتين عامل فى تنشيط تكوين إنزيمات تهدم الأحماض الأمينية فى الكبد وهى إنزيمات دورة اليوريا وأكسيجيناز التربتوفان.

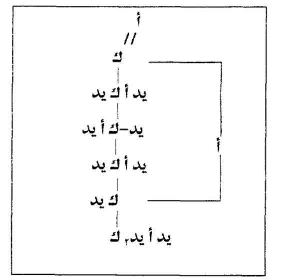
تخليق مركبات مهمة بيولوجياً

بالإضافة إلى دورها فى تخليق البروتين وإعطاء طاقة وتكوين جليكوجين من مصادر غير كربوايدراتية فإن كثيراً من الأحماض الأمينية تعمل كأسلاف فى تخليق أحماض أمينية أخرى وكذلك مركبات هامة بيولوجياً. ومن ذلك الكارنوسين والأنسيرين والجلوتاثيون وغيرها.

حمض جلوتاميك glutamic acid

أنظر: دهن ، جلوتامات

جلوكونو -دلتا-لاكتون glucono-δ-lactone
هو من مكونات الفواكه والعسل الأبيض وهو أستر داخلى لحمض د-جلوكونيك وهو متعادل ويعطى معدل بطىء للحموضة، وعندما يضاف إلى الماء فإنه يتحلمأ ليكون مخلوطاً متوازناً لحمض الجلوكونيك ولاكتوناته δ (دلتا) وجاما γ. ويتكون الحمض ببطء عندما يكون بارداً وتزداد السرعة مع التسخين. وبتحوله إلى حمض الجلوكونيك فإن مذاقه يتغير من حلو إلى متعادل مع حموضة خفيفة فى الخلفة. وهو ينتج فى الصناعة من الجلوكوز بواسطة تخمير تستخدم فيه إنزيمات أو مزارع نقية من *Aspergillus niger* أو *Acetobacter suboxydans* لأكسدة الجلوكوز إلى حمض الجلوكونيك ويستخرج اللاكتون بالتبلر من نواتج التخمر، و يكون عبارة عن محلول مائى لحمض الجلوكونيك والجلوكونو-δ-لاكتون. وبسبب تحوله إلى التحميض بالتدريج ولطعمه الغفل bland ولأنه يخلب المعادن فإنه يجد إستخداماً فى المنتجات ذات النكهة الخفيفة مثل منتجات الشيكولاتة والتوفو tofu وبودنج اللبن وصلصات السلطة الكريمية. وفى منتجات اللحوم المعالجة فإنه يقلل من زمن المعالجة ويثبط من الكائنات الدقيقة غير المرغوبة ويحسن من تكون اللون ويقلل من إحتياجات النتريت والنترات.



ثابت التأين: ١,٩٩ × ١٠^-٤ (لحمض الجلوكونيك) ج ث٥ = ٣,٧ وهو مسحوق متبلر أبيض ينصهر على ١٥٣°م ويذوب ٥٩جم منه فى ١٠٠ مل ماء عند ٢٥°م وغير مسترطب وله طعم متعادل وطعم وخلفة حمضية عندما يتحملآ. (Macrae)

أنظر: جلوكونيك، حمض

حمض الجلوكيورونيك glucuronic acid

أنظر: جلوكونيك، حمض

حمض خليك acetic acid

هو المميز الأساسى للخل وتركيزه يحدد قوة الخل الذى يسمى قوة الحبوب grain strength وهذا يساوى ١٠ أمثال تركيز حمض الخليك. فالخل الذى به ٦٪ حمض خليك له قوة حبوب تبلغ ٦٠ ويسمى ٦٠-حبوب. ويمكن إستخدام التقطير لتركيز الخل إلى أن قوة تركيز مطلوبة. والتخمر

الذى يعقد تحت ظروف مناسبة بواسطة سلالات بكتيرية من أجناس *Acetobacter* و *Acetomonas* تنتج حمض خليك من الكحول الذى يتم الحصول عليه من تخمر سابق لحبوب أو تفاح.

ويعمل الخل فى خفض رقم جيد وفى ضبط نمو الكائنات الدقيقة وفى تحسين النكهة. وقد وجد إستخداماً فى كثير من المنتجات من بينها الكتشب والمستردة والمايونيز وصلصة السلطة ومحاليل معالجة اللحوم والدواجن والسمك وفى منتجات الخبيز وفى الشوربات والجبن.

وحمض الخليك النقى (١٠٠٪) يسمى حمض خليك ثلجى glacial acetic acid لأنه يتجمد إلى مادة صلبة مثل الثلج على ١٦,٦ °م وهو يصلح للتحميض والتنكية فى الفاكهة المعلبة المشققة وفى الخضروات المشققة وفى السجق وصلصات السلطة

يد أ أ ك يد٣ ك حمض خليك

ثابت التأين: ١,٧ × ١٠$^{-٥}$ عند ٢٥°م ، ج ث١ ٤,٧٦، سائل رائق عديم اللون ينصهر على -٨,٥°م ويذوب فى الماء وطعمه لاذع وحمضى.

(Macrae)

حمض دهنى fatty acid

أنظر: دهن

حمض ديزوكسى ريبونيوكلييك desoxyribonucleic acid

أنظر: أحماض نووية، بروتين

حمض ريبونيوكلييك ribonucleic acid

أنظر: أحماض نووية، بروتين

حمض سيتريك/ليمونيك citric acid

هو أكثر الأحماض العضوية إستخداماً فى تصنيع الأغذية فهو يمثل ٦٠٪ من كل الأحماض المستخدمة وهو مقياس لتأثير الأحماض الأخرى. ومن أهم مزاياه سهولة ذوبانه فى الماء وتأثيره الحسن على النكهة خاصة فيما يتعلق بإعطاء "إنفجاراً burst" للذاعة وله خاصية خلب المعادن. وهو يوجد طبيعياً فى أنسجة الحيوان والنبات وأكثر إنتشاراً فى الموالح ففى الليمون ٤ - ٨٪ وفى الجريب فروت/تمر الجنة ١,٢ - ٢,١٪ وفى التانجرين من ٠,٩ - ١,٢٪ وفى البرتقال ٠,٦ - ١٪. وأهم الطرق الرئيسية لإنتاجه هى طريقة التخمر من الذرة وكان قبل ذلك يحضر بالإستخراج من عصائر الموالح والأناناس.

وهو يمكن أن يستخدم فى كثير من الفواكه فهو يضاف إلى المشروبات غير الكحولية حيث يتمم نكهات الفواكه ويعمل على اللذاعة ويخلب أيونات المعادن ويعمل كمادة حافظة/عطان ويضبط رقم جيد بحيث تنتج الحلاوة المرغوبة. وتعطى سترات الصوديوم الطعم الحمضى الحاد فهى تعمل على إنتاج طعم مالح وبارد وتساعد على الإحتفاظ بثانى أكسيد الكربون. والحمض يستخدم فى إنتاج النبيذ قبل وبعد التخمر لضبط رقم جيد فبجانب خواصه

الخالبة للمعادن فهو يمنع تكون السديم haze أو العكارة والتى تنتج من إرتباط المعادن بكل من التانينات أو الفوسفات.
وقد وجد إستخدام له فى الحلويات والعقبة ففى الحلويات الصلبة فإن حمض السيتريك المنظم يعطى طعما لاذعا مرغوبا فهو يضاف للكتلة المنصهرة بعد الطبخ ولذا يمنع تحول السكروز وتكون اللون البنى وفى الجيلاتين يمنح اللذاعة ويعمل كعامل منظم ويزيد رقم جيد حتى نحصل على أحسن قوة للجل.
وفى السجق الجاف وسجق لحم الخنزير واللحوم الجافة فهو بكميات صغيرة ٠,٠٠١ - ٠,٠١٪ يعمل كمضاد للأكسدة التزنخية. كما يستخدم حمض الستريك فى إنتاج الفرانكفورتر بنسبة محلول ٣ - ٥٪ يرش على الأغشية casings بعد حشوها وقبل تدخينها ليساعد على إزالتها من المنتج النهائى.
وبنسبة ٠,٢٪ فى دم الحيوانات تعمل سترات الصوديوم وحمض السيتريك كمواد مضادة للتجلط فتخلب الكالسيوم المطلوب لتكوين الجلطة حتى يمكن إستخدامه كرابط فى أغذية حيوانات التدليل. وفى الجبن المعامل وأغذية الجبن فإن حمض السيتريك وسترات الصوديوم تعمل فى الإستحلاب والتنظيم وزيادة النكهة وتكوين القوام.

ثوابت التأين: ث١ = ٧,١٠×١٠^-٤، ج ث١ = ٣,١٤
ث٢ = ١,٦٨×١٠^-٥، ج ث٢ = ٤,٧٧
ث٣ = ٦,٤٠×١٠^-٧، ج ث٣ = ٦,٣٩
عند ٢٥°م

يد أ أ ك
|
يد٢ ك
|
يد أ أ ك-ك أ يد
|
يد٢ ك
|
يد أ أ ك

حمض الستريك

وهو مسحوق متبلر ودرجة إسترطابه متوسطة، لاذع ويعطى "إنفجارا" فى النكهة.

(Macrae)

stearic acid — حمض ستياريك

أنظر: دهن

sprbic acid — حمض سوربيك

أنظر: مادة حافظة/عطان

succinic acid — حمض سكسينيك

أنظر: كربوأيدرات

tartaric acid — حمض طرطريك

هذا الحمض يعطى طعما لاذعا قويا يعزز نكهة الفواكه خاصة العنب والليمون البنزهير. وهو ينتج من طرطرات البوتاسيوم الحمضية التى يتم إستعادتها من نواتج ثانوية مختلفة فى صناعة النبيذ مثل الكعكة من عصير عنب مخمر أو شبه مخمر

والثفل والأرجول (القشور المتبلرة التى تتكون أثناء التخمر الثانى فى صناعة النبيذ). والحمض يستخدم عادة فى مشروبات العنب والليمون البنزعير وعقبة الجيلاتين والمربى والجيلى والحلويات الصلبة الحمضية. ويستخدم ملح البوتاسيوم الأحادى الحمضى – والذى يعرف بإسم "كريمة الطرطر" – فى مساحيق الخبيز وأنظمة الرفع. ولأن لها ذوباناً محدوداً عند درجات الحرارة المنخفضة فإن كريمة الطرطر لاتتفاعل مع البيكربونات حتى تصل إلى درجة حرارة الخبيز مما يضمن تكون الحجم المناسب فى الناتج النهائى.

يد أ أ ك
|
يد ك–أ يد

يد أ–ك+١
|
يد أ أ ك

حمض طرطريك

ثوابت التأين: ث١ = ١,٠٤×١٠$^{-٣}$، ج ث١ = ٢,٩٨

ث٢ = ٤,٥٥×١٠$^{-٥}$، ج ث٢ = ٢,٣٤

عند ٢٥°م

وهو مسحوق متبلر ينصهر على ١٦٨ – ١٧٠ °م ويذوب ١٤٧ جم /١٠٠ جم ماء عند ٢٥°م وغير مسترطب.

(Macrae)

حمض فوسفويك phosphoric acid

هو ثانى أكثر الأحماض إستخداماً فى الأغذية وهو الحمض غير العضوى المستخدم فيها وينتج عنه أكثر إنخفاض فى رقم جـيد وهو ينتج عن الفوسفور الناتج من صخر الفوسفور. وأول إستخدام له فى الكولا وجذر البيرة root beer وما شابهها. ويستخدم الحمض وملحه فى إنتاج الجبن بضبط رقم جيد فالفوسفات تخلب الكالسيوم اللازم لعمل لاقم البكتيريا bacteriophage والذى يمكنه قتل البكتيريا اللازمة للإنضاج. وكعامل رافع كيماوى فإن الفوسفات تطلق غازاً عندما تعادل بيكربونات الصوديوم القاعدية بما يخلق تركيباً ذا ثغور وخلايا فى منتجات الخبيز وفى معالجة اللحوم مثل الهام ولحم البقر المملح/البولوبيف corned beef فإنها تزيد من الإحتفاظ بالعصير الطبيعى فالأملاح تذاب فى الماء الذى يحقن فى اللحم وتجرى عملية تدليك massaging أو التقليب tumbling. وفى المربات والجيلى يعمل حمض الفوسفوريك كمنظم ليعطى قوة للجل كما أنه يقلل من كمود dullness لون الجل عن طريق خلب أيونات المعادن المؤكسدة.

ثوابت التأين: ث١ = ٧,٥٢×١٠$^{-٣}$، ج ث١ = ٢,١٢

ث٢ = ٦,٢٣×١٠$^{-٨}$، ج ث٢ = ٧,٢١

ث٣ = ٢,٢×١٠$^{-١٣}$ ، ج ث٣ = ١٢,٦٧

ث١ ، ث٢ عند ٢٥°م و ث٣ عند ١٨°م

وهو سائل يذوب فى الماء الساخن وطعمه قارص acrid.

(Macrae)

حمض فوليك/تيراديلو جلوتاميك
olic/ptervyloglutamic acid

أنظر: تحت حرف "ف"

حمض فيوماريك fumaric acid

يمتص الرطوبة بمعدل منخفض مما يجعله مكوناً هاماً في مد عمر الرف لبعض الأغذية المسحوقة مثل عقبة الجيلاتين ومالئات الفطائر ويمكن إستخدامه بكميات أقل عن أحماض الستريك والماليك واللاكتيك لتحقيق نفس التأثيرات في المذاق.

وتستخدم سلالات معينة من *Rhizopus* spp. لانتاجه ويمكن إنتاجه أيضاً بتشبيه isomirization حمض الماليك بالحرارة أو بحافز كما أنه ناتج ثانوي في إنتاج أندريد الماليك وأندريد الماليك.

ومن بين إستخدامات حمض الفيوماريك خبز الشيلم والجيلي والمربى وشراب العصير. وفي عجائن البسكويت المبردة صناعياً فالحمض يمنع تكون البلورات الذى قد يحدث مع الأنظمة الرافعة الأخرى. وفي النبيذ يعمل كحامض ويساعد على الروقان ولو أنه لايخلب النحاس أو الحديد.

يد أ أ ك
|
يد ك
||
ك يد
|
د أ أ ك

حمض فيوماريك

ثوابت التأين: $ث_١ = ٩,٣٠ \times ١٠^{-٤}$

$ث_٢ = ٣,٦٢ \times ١٠^{-٥}$

عند ١٨°م

$ج ث_١ = ٣,٠٣$

يذوب في ٠,٥ جم/١٠٠ ماء عند ٢٠°م

$ج ث_٢ = ٤,٤٤$

يذوب في ٩,٨جم/١٠٠ ماء عند ١٠٠°م

وهو حبيبات بيضاء أو مسحوق متبلر ينصهر على ٢٨٦°م ، وغير مسترطب وطعمه لاذع ويصلح مع نكهات العنب. (Macrae)

حمض كابرويك caproic acid

أنظر: دهن

حمض كابريك capric acid

أنظر: دهن

حمض كابريليك caprilic acid

أنظر: دهن

حمض كبريتوز sulfurous acid

أنظر: تجفيف

حمض لاكتيك/لبنيك lactic acid

هو من أوائل الأحماض المستخدمة في الأغذية وله خواص مذاقية لاتخفي النكهات الحلقية الضعيفة وهو يعمل على خفض رقم $ج_{يد}$ وفي تعزيز النكهة وفي تثبيط الكائنات الدقيقة. وهو ينتج بالتخمر أو بالتخليق الكيماوى ويستخدم مع الحلويات ومنتجات الخبيز والبيرة والنبيذ والمشروبات ومنتجات الألبان ومنتجات اللحوم

وفى الزيتون الأسبانى المعبأ لتثبيط الفساد والتخمر وفى الجبن فإنه يضاف لضبط رقم جيد وكعامل منكه.

يد٣ ك
|
يد أ-ك يد
|
يد أ أ ك
حمض لاكتيك

ثابت التأين: ث١ = ١,٣٧ × ١٠^-٤^، ج ث١ = ٣,٨٦ عند ٢٥°م

وهو سائل ويوجد أيضاً جافاً وينصهر على ١٦,٨°م ويذوب بسهولة فى الماء وطعمه قارص acrid.
(Macrae)

lauric acid — حمض لوريك

أنظر: دهن

lipoic acid — حمض ليبويك

أنظر: دهن

lignoceric acid — حمض لجنوسيريك

أنظر: دهن

linolenic acid — حمض لينولينيك

أنظر: دهن

linoleic acid — حمض لينوليك

أنظر: دهن

malic acid — حمض ماليك

هذا الحمض الذى يستخدم كحامض عام يعطى طعماً ناعماً لاذعاً يبقى فى الفم ممايساعد إخفاء خلفات المُحَليات غير السعرية أو ذات السعرات القليلة إذ له قوة خلط المذاق ومزايا لتثبيت النكهة وله نقطة إنصهار منخفضة بالنسبة للأحماض الأخرى فهو بالنسبة لحمض الستريك فإن له طعم حامضى ظاهرى أقوى. وهو يوجد طبيعياً فى كثير من الفواكه والخضروات والحمض التجارى راسمى من مشابهات د ، ل بعكس الطبيعى فهو من مشابهات ل. وهو يستخدم فى المشروبات المكربنة ومسحوق شراب العصير والمربات والجيلى والفواكه والخضر المعلبة والحلويات.

يد أ أ ك
|
يد-ك أ يد
|
يد٢ ك
|
يد أ أ ك
حمض الماليك

ثوابت التأين: ث١ = ٣,٩ × ١٠^-٤^، ج ث١ = ٣,٤
ث٢ = ٧,٨ × ١٠^-٦^، ج ث٢ = ٥,١١
عند ٢٥°م

وينصهر على ١٣٢°م ويذوب ٦٢جم منه فى ١٠٠مل ماء عند ٢٥°م وهو غير مسترطب وطعمه لاذع ناعم.
(Macrae)

myristic acid — حمض ميريستيك

أنظر: دهن

الأحماض النووية nucleic acids

نوعان من الأحماض النووية معروفان:
حمض دى اكسى ريبونيوكلييك (د.أ.ر.ن DNA)
deoxyribonucleic acid
وحمض ريبونيوكلييك (ح.ر.ن RNA)
ribonucleic acid

الصورة (١ أ ، ب)

والقواعد البيورينية purine والبريميدينية تحمل كل المعلومات عن الأحياء البروكاريوتية/بدائية النواه prokaryotics واليوكاريوتية/ذات الأقسام المحاطة بأغشية/كائن سوى النواة eukaryotic تلعب مع السكر والفوسفات دوراً تركيبياً. ومجموعة العوامل الوراثية genome فى الإنسان تحتوى مابين ٥٠-١٠٠٠٠٠ مورث كل منها تتكون من بوليمر مستقيم من د.أ.ر.ن من درجات مختلفة من الطول. وفى الفيروسات فإن المورثات تصنع من د.أ.ر.ن ، ح.ر.ن. والإختلافات الوراثية فى المعلومات تتحقق بترتيب الأربع قواعد التى تكون د.ا.ر.ن-البيورينات: أدينين adenine والجوانين guanine والبيريميدات: ثيمين thymine والسيتوسين cytosine. و د.ا.ر.ن DNA له جديلتان strands وكل نيوكليوتايد nucleotide فى السلسلة فى جديلة ترتبط بنيوكليوتايد تكمل فى الأخرى بواسطة روابط أيدروجين. والأزواج المتكاملة من النيوكليوتيدات هى أدنين وثيمين، جوانين وسيتوسين. و د.ا.ر.ن يوجد أساساً فى النوية nucleus ويعتبر ثابتاً نسبياً فى معظم أنواع الخلايا.

وحمض الريبونيوكلييك (ح.ر.ن) هو أساس فى نقل الرسالة الوراثية فى شكل تخليق البروتين ويجب أولاً أن يخلق من د.ا.ر.ن. وفى حالة ح.ر.ن واحد من الأربع قواعد تختلف عن تلك فى د.ا.ر.ن-يوراسيل uracil تحل محل قاعدة البيريمادين ثيمين thymine والجزىء ذو جديلة واحدة فيما عدا بعض الفيروسات. وبعكس د.أ.ر.ن فإن ح.ر.ن يوجد معظمه فى السيتوبلازم. والخلايا تحتوى ثلاثة أنواع من ح.ر.ن:

- رسول ح.ر.ن (ر (ح.ر.ن mRNA ، ٥٪ من كل ح.ر.ن) وهو يكون القالب template لتخليق البروتين وهو نسبياً قلق/غير ثابت.
- ناقل ح.ر.ن (ن(ح.ر.ن tRNA (١٥٪) ويحمل الرسالة فى شكل أحماض أمينية منشطة إلى ريبوزوم ribosome لتخليق عديد الببتيدات كما حدد بقالب ر(ح.ر.ن).
- ريبوزوم (رى(ح.ر.ن rRNA وهو ح.ر.ن الأساسى (٨٠٪) وهو ثابت أيضاً.

والأدوار الفسيولوجية الهامة التى تلعبها هذه الطرق الأيضية والمسئولة عن المحافظة على الأحواض pools المختلفة للأحماض النووية فى الإنسان تظهرها المظاهر السريرية عندما تكون خطوات مختلفة فى تخليقهم وتكسرهم وإصلاحهم ناقصة أو غائبة (الصورة ٢).

أيض الأحماض النووية فى الإنسان
nucleic acid metabolism

قوالب بناء الأحماض النووية هى البيورينات والبيريميدينات وهى تحتل مركز وسطى فى جميع العمليات الحيوية. والبيورينات والبيريميدينات الخلوية تأتى فقط من المصادر الداخلية وتحت الظروف العادية لايساهم الغذاء فيها.

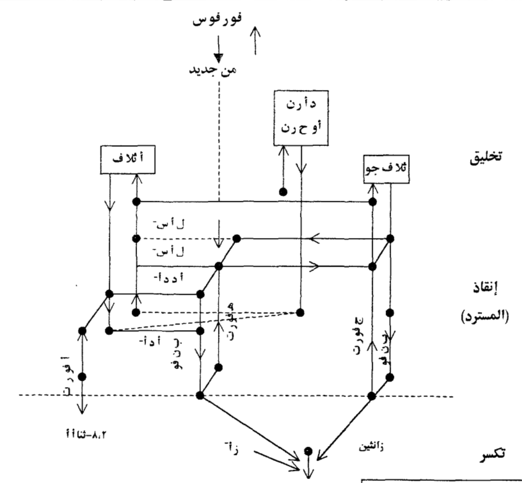
-أ-

صورة (١)

تركيب أ.ثلا.ف مبيناً مكوناته أدينين وريبوز وفوسفات. وتبين عدد الذرات في حلقة البيورين، والتي تتكون من حلقة بيريميدين بها ستة ذرات ملتصقة بحلقة ايميدازول ذات الخمسة ذرات. ونمر الذرات على الحلقة وموضع الاتصال لمجموعات الفوسفات في أ.أ.ف، أ.ثنا.ف، أ.ثلا.ف مبينة.

-ب-

تركيب لجزء من جديلة واحدة من د.أ.ر.ن مكونة من أربع قواعد: البريميدين سيتوسين والبيورين ادينين والبريميدين ثيمين والبيورين جوانين بالتتابع
وترتبط خلال مجموعة ٣/ أ يد من الـ دي اكسي ريبوز من واحد من الـ دي اكسي نيوكليوسايد إلى ٥/ أيد للأخرى خلال مجموات الفوسفوريل.



ضعف العضلة أ د أ-
ل أ س- — نقص نيورولوجى
أ د أ- — نقص المناعة — ب ن فو
↑فور فوس — انتاج زائد من البيورين — HGPRT
ز أ- — الكلوة — أ فور ت-

--- مختصر للحالات المناسبة المرتبطة dinical : ل أ س-AMPSL: لياز ادينيل سكسينات adenyle succinate: أ د أ AMPDA: ادينيلاز سكسينات adenylate deaminase؛ أ د أ ADA: ادينوسين دى اميناز adenosine deaminase؛ ب ن فو PNP: بيورين نيوكليوسايد فوسفوريلاز purine nucleoside phosphorylase؛ أ فور ت APRT: ادينين فوسفوريبوزيل ترانسفيراز adenine phosphoribosyltransferase؛ ج فور ت GPRT: جوانين فوسفوريبوزيل ترانسفيراز guanine phosphoribosyltransferase؛ هـ فو ر ت HPRT: هيبوزانثين فوسفوريبوزيل ترانسفيراز hypoxanthine phosphoribosyltransferase؛ ز أ XOD: اكسيداز الزانثين xanthine oxidase؛ فو ر فو س PP-R-PS: فوسفوريبوزيل بيروفوسفات سينثيتاز phosphoribosyl pyrophosphate synthetase؛ ثنا أ أ: ثنائى ايدروكسى ادينين dihydroxy adeniune

صورة ٢: تمثيل للتكوين الجديد لعشرة خطوات، معدل تحويل بينى للنيوكليوتايد، وتكسر واعادة تدوير (انقاذ) ضرورى للمحافظة على بيورين نيوكليوتايد فى الجسم. والمنتجات النهائية الأيضية لايعاد تدويرها، ولكن تكسر وتفرز أساسا فى البول (تكسر). والخطوات الثمانية فى عملية التدوير هذه، والتى عرفت بأنها ناقصة detective مبينة بعلامة – (ناقص) أو بـ ↑ ليبين نشاط زائد بعد الاختصار المناسب.

دور النيوكليوتيدات والنيوكليوسيدات والقواعد الداخلية فى أيض الخلايا

البيورينات والبيريميدينات توجد فى داخل الخلية كنيوكليوتيد nucleotide بإتصالها بمجموعة فوسفات بنتوز (صورة ١ أ، ب) وقد لفت الإنتباه إلى عمل نيوكليوسيدات nucleosides البيورين (قاعدة + بنتوز) ووظيفتها التنظيمية مابين الخلايا (أو أحياناً القواعد نفسها). والبنتوز إما أن يكون ريبوز ribose ريبونيوكليوسايد ribonucleoside أو ٢′ دى أكسى ريبوز deoxyribose $2'$ (دى اكســــــى ريبونيوكليوســــــايد deoxyribonucleoside) مرتبط بذرة الكربون ١ خلال رابطة جليكوسيدية glycosidic إلى ذرة ن٩ من مجموعة البيورين أو لذرة ن٢ لمجموعة البيريميدين.

إن أهمية نيوكليوتيدات البيورين والبيريميدين (قاعدة + فوسفات البنتوز) فى أيض مابين الخلايا هو مزدوج: فبجانب دورهما فى التخزين (نقل وترجمة transmission & translation) للمعلومات الوراثية (فى شكل د.أ.ر.ن ، ح.ر.ن) فَكَريبونيوكليوتيدات فإنها تلعب دوراً حيوياً فى الدهن وتخليق غشاء (على هيئة سكريات البيريميدين) فى تحويل transduction وترجمة (فى شكل ثلا.ف.جو GTP و د.أ.أ.ف cAMP و د.أ.ف.جو cGMP) بجانب أنها تعطى طاقة (أ.ثلا.ف ATP) والتى تسوق تفاعلات خلوية كثيرة وتكون أساس قرائن الإنزيمات (نك.أ.ثنا.فو ، نك.أ.ثنا.نو.ف ، فلا.أ.ثنا.فو FAD ، NADP ، NAD ... ألخ*).

كل الخلايا تحتاج إلى زاد من نيوكليوتيدات البيورينات والبيريميدينات للنمو والبقاء. وهذه يمكن أن تخلق بواحد من طريقين:

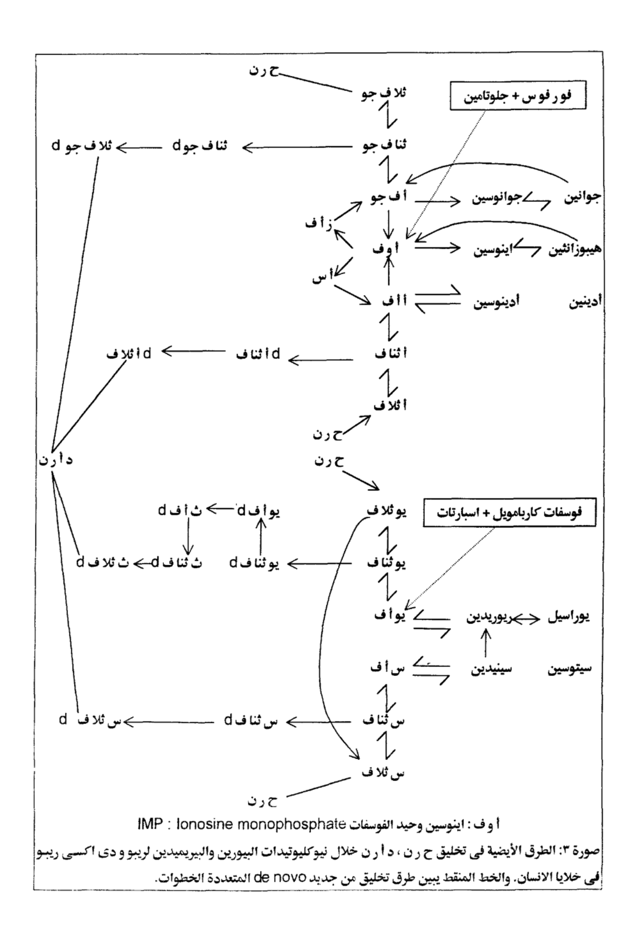
الطريق التخليقى المتعدد الخطوات المكلف للطاقة أو طريق الانقاذ salvage الوحيد الخطوة. وفى الأحوال العادية الإنقاذ يسود على التخليق والصورة ٣ توضح طرق الأيض المختلفة المرتبطة بالتخليق الجديد لهذه النيوكليوتيدات، كما أنها تبين التدوير الكفء للنيوكليوسيدات أو القواعد التى تأتى منها أثناء الإستهلاك اليومى(عمل العضلات، لأم الجروح، شيخوخة كرات الدم الحمراء، تزويد المخ بالتغذية الضرورية). وبينما يتم تدوير البيورينات على مستوى القاعدة فإن نيوكليوسيدات البيريميدين هى آلتى يتم تدويرها فى الإنسان مع نسبة صغيرة يتم تكسيرها (الصورة٣).

إنتاج ثلاثى فوسفات النيوكليوتايد وتخليق حمض النيوكلييك

nucleotide triphosphate production and nucleic acid synthesis

أحادى نيوكليوتيدات البيورين والبيريميدين التى تأتى من أى من الطريقين السابقين يمكن أن تفسفر إلى ثنائى الفوسفات ثم تحول إلى ثلاثى الفوسفات

* ثلا.ف.جو GTP	: ثلاثى فوسفات الجوانيسون		; guanisone triphosphate
د.أ.أ.ف cAMP	: دائرى ادينوسين احادى الفوسفات		; cyclic adenosine monophosphate
د.أ.ف.جو cGMP	: دائرى احادى فوسفات الجوانيسون		; cyclic guanisone monophosphate
ز.أ.ف XMP	: زانثوسين احادى الفوسفات		; xanthosine monophosphate
أ.س AMPS	: حمض أدينيلو سكسينيك		; adenylosuccinic acid
د.أ.ث.ثلا.ف dTTP	: ثلاثى فوسفات دى اكسى ثيميدين		deoxythimidine triphosphate



أ و ف : اينوسين وحيد الفوسفات IMP : Ionosine monophosphate

صورة ٣: الطرق الأيضية فى تخليق ح ر ن ، د أ ر ن خلال نيوكليوتيدات البيورين والبيريميدين لريبو و دى اكسى ريبو فى خلايا الانسان. والخط المنقط يبين طرق تخليق من جديد de novo المتعددة الخطوات.

وكل سكريات البيريميدين المختلفة والتى هى أشكال النيوكليوتيدات الأحادية النشطة داخل الخلايا intracellular. أو بالتبادل فإن هذه النيوكليوتيدات تستخدم لتخليق عديد النيوكليوتيدات ح.ر.ن ، د.ا.ر.ن بالتتابع (صورة٣). فيمكن أن يدخلوا فى د.ا.ر.ن بعد تكوين نيوكليوتيدات دى اوكسى من ثنائى الفوسفات المتطابقة corresponding بواسطة الإنزيم ردكتاز الريبونيوكليوتايد. وهذا الإنزيم اللوستيرى allosteric (يغير من تكيف البروتين) نشاطه وتخصصه يضبطان بطريقة معقدة بواسطة كل من ريبونيوكليوتيدات ودى أكسيبو نيوكليوتيدات البيورين والبيريميدين وهذه العملية نشطة خاصة فى أنسجة بها معدل رقم التحول turnover عال (مثل ظهارة الأمعاء gut epithelium والجلد ونخاع العظام ... الخ) وهناك تقريباً خمسة أمثال من ح.ر.ن مثل د.ا.ر.ن فى الجسم.

تكسر النيوكليوتيدات
breakdown of nucleotides

يشمل هدم catabolism النيوكليوتيدات كلاً من عديدة النيوكليوتيدات ح.ر.ن ، د.أ.ر.ن وكذلك أحادى نيوكليوتيدات البيورين والبيريميدينات.

والنيوكليوتيدات الأحادية لها أعلا رقم تحول بينما لد د.ا.ر.ن أقلها. والنيوكليوتيدات العديدة يجب أن تكسر إلى نيوكليوتيدات أحادية. وهناك عدد من الإنزيمات تستطيع حلمأة روابط ثنائى الفوسفو-ريبونيكليوزات متخصصة على ح.ر.ن والـ دى أكسى ريبونيوكليازات لـ د.ا.ر.ن ، وكذلك نيوكليازات غير متخصصة وفوسفوريلازات وأستيرازات أحادية فوسفاتية phosphomonoesterases قد وجدت. كذلك فإن هدم النيوكليوتيد الوحيد الناتج يختلف فيتوقف على كونه ريبونيوكليوتيد أو دى اكسى ريبونيوكليوتيد البيريميدين أو البيورين. فمثلاً بينما ريبونيوكليوتيدات الأدينين يتم إزالة الأمين منها على مستوى النيوكليوتيد بواسطة دى أميناز أ.أ.ف فإن دى اكسى أ.أ.ف ليس مادة تفاعل لهذا الإنزيم ويجب أولاً أن يكسر إلى دى أكسى أدينوسين ويتم إزالة الأمين منه عند مستوى الـ دى اكسى نيوكليوسايد.

بيورين وبيريميدين (دى اكسى) نيوكليوتيدات يتم تكسيرها إلى (دى اكسى) نيوكليوسيدات المقابلة بواسطة نيوكليوسيدازات ٥/ متخصصة. وقد عرفت بيورين ٥/ نيوكليوتيدازات داخلية أو خارجية وذات تخصصات مادة تفاعل مختلفة قد تكون ذات أهمية خاصة فى إعطاء قواعد للتخليق المعاد للنيوكليوتيدات فى الأنسجة حيث يوجد رقم تحول للخلية سريع وموت للخلايا ضخم (الغدة الصمترية thymus والطحال ونخاع العظام). وكما ذكر سابقاً بينما طريق الأيض العادى للبيريميدينات هو الإنقاذ عند مستوى النيوكليوسايد فإن طريق الأيض العادى لنيوكليوسيدات ودى اكسى نيوكليوسيدات البيورين هو التكسبر إلى القاعدة المقابلة بواسطة فوسفوريلاز النيوكليوسايد قبل الإنقاذ. والتكسير سنجح بواسطة الفوسفات غير العضوية الخلوية العالية ومستوى فوسمات -١- ريبوز المنخفض فى معظم الأنسجة وهذه الفوسفوريلازات غير نشطة خلال أى من أدينوسين

أو سيتدين أو مايقابلها فى خلايا الإنسان ويجب أولاً إزالة الأمين منها على مستوى (دى اكسى) نيوكليوسايد (أونيوكليوتايد). وهذا الإنقاذ هو عملية نشطة لكل من البيريميدينات والبيورينات وبالتالى فإن جزءاً صغيراً مما يتم تحويله يومياً يتم تكسيره ويفقد فى الجسم. وقواعد البيريميدينات المشتقة من النيوكليوسيدات والتى لايعاد دورانها تكسر إلى أحماض أمينية بيتا β وبالتالى فليس هناك ناتج نهائى يمكن قياسه. ولكن هذا الفقد يمكن مقارنته بذلك الخاص بالبيورينات والمنتج النهائى العادى فى الإنسان هو حمض اليوريك والذى يتكون من قواعد البيورين السلفزانثين وهيبوزانثين بتأثير أكسيد الزانثين (الصورة٢).

معدلات التخليق والتكسير فى مختلف الخلايا
rates of synthesis & degradation in different cells

إتضح أن الفكرة الأصلية للأيض الداخلى endogenous metabolism وضبطه العام – ويشمل العمل المعقد بين تخليق من جديد denovo والإنقاذ – لاتنطبق على جميع الخلايا ولكنه يحكم بمكمل لإنزيمات أنسجة أو خلايا متخصصة و/أو ضبط عليهم، ويتوقف ذلك على وظيفة تلك الخلية أو النسيج. فخلية الدم الحمراء خالية من النواة وينقصها إستخدام أياً من الإنقاذ أو تخليق من جديد denovo للمحافظة على مستويات أ ثلا ف لأنها تتوقف على الأدينوسين المأخوذ من الأنسجة الأخرى لهذا الغرض، وبجانب ذلك فإن نيوكليوتيدات البيريميدين الموجود فى الخلايا ذات النواه غائب من كرات الدم الحمراء الناضجة فإن البيريميدينات الموجودة عادة هى على شكل سكريات يوريدين ثنائى الفوسفات (يو ثنا ف UDP). و أ.ثلا.ف ATP هو أيضاً أهم بيورين فى كل من الهيكل وعضلة القلب فنيوكليوتيدات الأدينين تكون ٩٥٪ ، ٩٠٪ من كل النيوكليوتيدات المكملة بالتتابع. ولو أن د.ا.ر.ن فى معظم الأنسجة يعتبر نسبياً ثابتاً فإنه يبدو من الإختلال المورث المرتبط بنقص المناعة والذى ينتجه موت الخلية وسرعة رقم التحول فى نظام تكوين الدم haemopoietic system (مثل بثق النواة خلال نضج كرة الدم الحمراء) ينتج كميات جوهرية من دى اكسى ريبونيوكليوسيدات وكذلك ريبونيوكليوسيدات والتى يجب تكسيرها بعد ذلك. وهذه الإضطرابات قد ألقت الضوء على أن إزالة الهدر الأيضى من هدم د.ا.ر.ن هو عملية حيوية لإستجابة المناعة العادية؛ إذ أن عدم فعل ذلك يمكن أن ينتج فى تجمع دى اكسى–أ.ثلا.ف و دى اكسى ثلا.ف.جو GTP والتى هى سامة جداً لخلايا نسق ت -T lineage stem cells وينتج عن ذلك نقص فى مناعة متخصص لخلية ت T-cell specific immunodeficiency أو نقص مناعة مرتبط شديد يؤثر على كل من خلايا ت ، ب.

تخليق حمض النيوكلييك الداخلى فى الأمعاء
endogenous nucleic acid synthesis in the gut

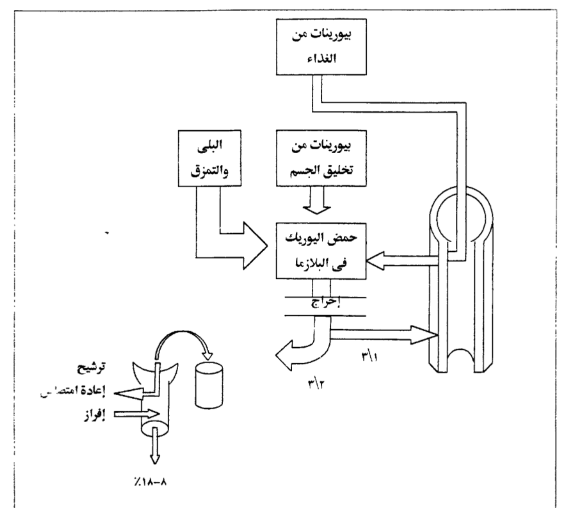
فى أمعاء الفأر يحدث تخليق نشط ومحتوى حمض النيوكلييك فى غشاء مخاطى الأمعاء عال. كذلك معدل رقم التحول فى زغب التجويف و٣٠ مجم

من حمض النيوكلييك الداخلي يدخل التجويف كل يوم وهذا معناه فقد كبير في البيورين والذى يمكن أن يحل محله تخليق من جديد de novo.

مآل الأحماض النووية الغذائية
fate of dietary nucleic acids

من الدراسات السابقة يتضح أن البيورينات والبيريميدات في القناة المعوية يمكن أن تأتى من مصادر داخلية أو خارجية (غذائية) (الصورة ٤).

والأبحاث في الحيوانات أظهرت أن الريبوز المتصل بالنيوكليوسيدات الآتية من ح.ر.ن تم أيضها والفوسفات امتصت وأفرزت في البول. والدراسات ركزت على مآل الجزء البيوريني وهذا إختلف متوقفاً على إذا ماكانت البيورين أو البيريميدين قد قدم في صورة د.ا.ر.ن أو ج.ر.ن، أو نيوكليوتيدات أحادية أو نيوكليوسيدات أو قواعد.



صورة ٤: العوامل التى تؤثر على مستوى حمض اليوريك في البلازما وهو الناتج النهائى لأيض البيورين في الانسان من مصادر داخلية (تخليق الجسم،البلى والتمزق) أو من مصادر خارجية (غذائية) فهو يخرج ٣\٢ عن طريق الكلوة و ٣\١ عن طريق الأمعاء gut.كما يظهر في الجزء الأسفل الشمالى تبسيط للعوامل المعقدة (وتشمل ترشيح واعادة امتصاص وافراز) تتفاعل في الأنابيب الصغيرة في كلوة الانسان وينتج عنها افراز بولى ٨-١٨٪ من الحمل المرشح ويتوقف ذلك على السن والجنس. (Macrae)

والدراسات القليلة لتحميل البيريميدين ركزت على التأثيرات المتنافسة ليوريدين أحادى الفوسفات (يو.أ.ف UMR) والسيتيدين أحادى الفوسفات (س.أ.ف CMR) على allopurinol-induced oroticaciduria فى الأشخاص الأصحاء. ففى دراسة وجد أن تحميل اليوريدين أظهر زيادة جوهرية فى مستويات بلازما وبول اليوريدين واليوراسيل ونيوكليوتيدات ونيوكليوسيدات والقواعد الممتصة من تجويفات الأمعاء تتحول إلى حمض يوريك أثناء المرور فى الغشاء المخاطى وتطلق كذلك.

توازن حمض-قاعدة acid-base balance

المحافظة على رقم جيد ضرورية للحياة بالنسبة للخلية ولخارج الخلية لأن كثيراً من العمليات - مثل النشاط الإنزيمى - يتوقف على رقم جيد فأيونات الأيدروجين تتولد عن أيض خلوى (إلى درجة كبيرة لاتتوقف على عمل غذائى حمضى) وأهم عمل للإتزان البدنى homeostasis حمض- قاعدة هو منع تكون الحموضة. فالدم ورقم جيد الأنسجة تنظم بواسطة أنظمة تنظيمية والتى تخفف من تحمل تغيرات كثيرة من حمل الحمض وبالإخراج لحمض طيار بواسطة الرئتين وللأحماض الثابتة بواسطة الكلوة.

تعريفات

◈ جيد : هو تعبير عن تركيز أيون الأيدروجين

ج يد = - لو ج [يد⁺]   (١)

و جيد الدم منظم بدرجة كبيرة بين ٧.٣٦ ، ٧,٤٤ مما يجعل تركيز أيون الأيدروجين ٣٧-٤٤ نانومول ا⁻¹ n mole.

◈ **الأحماض والقواعد:** الأحماض مواد تعطى يد⁺ عند تأينها. والقاعدة هى المادة التى تقبل أيون أيدروجين. والحمض الثابت إصطلاح يستخدم هنا لوصف الحمض المكون، والحمض الطيار volatile إصطلاح يعنى به حمل الحمض الكامن potential والذى يفرضه ثانى أكسيد الكربون

ح يد ⇌ أ⁻ + يد⁺   (٢)

◈ **المنظمات:** التنظيم هو مقدرة الأحماض الضعيفة التى توجد بكميات زائدة على قبول يد⁺ والتى تعطيها الأحماض القوية وبذا تقلل من التغيرات فى تركيزات يد⁺ (وبالتالى تغيرات فى رقم جيد).

ج يد + منظم ⇌ منظم - يد + ح⁻   (٣)

وأهم منظم للدم يُبْنى على وجود البيكربونات (يد ك أ٣⁻) حيث تعمل ٧٠٪ من القوة التنظيمية. وفى الدم يتحد ك أ٢ وهو أهم نواتج الأيض التأكسدى مع الماء فى وجود أنزيم أنهيدراز الكربون ليتكون حمض كربونيك (يد٢ ك أ٣) وهذا المركب غير ثابت ويميل إلى التأين (٤). ويرجع معدل تكوين حمض الكربونيك إلى تركيز ك أ٢ ومعدل التفاعل (١) فى حين أن تأين حمض الكربونيك لإعطاء يد⁺ و يد ك أ٣⁻ يتحكم فيه معدل التفاعل (٢)

ك أ٢ + يد٢أ ⇌ يد٢ ك أ٣ ⇌ يد⁺ +يد ك أ٣⁻   (٤)

ومـن وجهـة النظـر العمليـة فـإن هذيـن التفـاعلين يمكن ضمهما. والعلاقة بين رقم ج$_{\text{يد}}$ ([يد$^+$]) والعلاقة بيـن ك أ$_2$ والبيكربونـات يمكـن أن تصفـها معادلـة واحدة تعرف بإسم معادلة هندرسن-هاسلباخ

$$\text{ج}_{\text{يد}} = \frac{\text{٦,١ + لو ج ([يد ك أ}_3^-\text{])}}{\text{ذ ج ك أ}_2} \qquad (٥)$$

، ج$_{\text{يد}}$ = - لو ج [يد$^+$]

٦,١ = - لو ج ١\ث

ث = ثابت التأين الذى يصف المعادلة (٤)

ج ك أ$_2$ = هو الضغط الجزئى لثانى أكسيد الكربون

ذ = هو ثابت ذوبان ك أ$_2$ (٠,٢٢٥ عندما تقـــاس ج ك أ$_2$ بـ كيلو باسكال، ٠,٠٣ عندما يقاس ك أ$_2$ بـ مم زئبق). والجدول (١) يبين مدى هذه الأرقام فى الدم.

جدول (١): مدى الأرقام الطبيعية للدم.

المتغير	المدى الطبيى
ج$_{\text{يد}}$	٧,٣٧ - ٧,٤٤
تركيز أيون الايدروجين	٣٧ - ٤٤ نانومول ا$^{-١}$
الضغط الجزئى لـ ك أ$_2$(ج ك أ$_2$)	٣٤-٤٦ مم زئبق ؛ ٤,٥-٦.١ كيلوباسكال
بيكربونات (يد ك أ$_3^-$)	٢٤-٣٠م مول ا$^{-١}$

ومن المعادلة ٥ يمكن أن نرى أن الحموضة يمكن أن تحدث عن طريقين إما عـن طريق إنتاج ك أ$_2$ أو عن طريق إستهلاك البيكربونات (كجزء من تنظيم الحمض الثابت). وإفـراز ك أ$_2$ تنظمه الرئتان وإفـراز الحمـض الثـابت يمكـن أن يتـم فقـط عـن طريـق الكلوة.

الاحتفاظ بالـ ج$_{\text{يد}}$ فى الدم

◈ **حمل الحمـض:** هنـاك مصـدر واحـد للحمـض، فإنتاج الأيض لثانى أكسيد الكربـون يمثل الحمض الطيار (لأنـه يتحـول فـى الـدم إلى يد$_2$ ك أ$_3$) وينتـج منـه ١٥ - ٢٠ مـول فـى اليـوم. وتنتـج المصـادر الأخرى كميات صغيرة. وينتج الجسم ١ مللى مول من حمض ثابت fixed (غير طيار) لكل ١ كجم من وزنه فـى كل يـوم وأهم مكوناته حمض اللاكتيك بواسطة الأيض غير الهوائى، وجزء صغير جداً يأتى من الغذاء.

أغذية حمضية أو قاعدية

وأهم الأغذيـة التـى تحتـوى علـى أحمـاض هـى الفاكهة وعصائر الفاكهة، والخل والمخلل والمـواد الحافظة بها حمض خليك واللبن الزبادى والأغذية المتخمرة بها حمض اللاكتيك والفاكهة بها حمض الماليك والخضـروات بها حمض الأكساليك والتـى تحتوى علـى كميـات أصغـر مـن حمـض السـتريك والمـاليك والنبيـذ يحتـوى حمـض الطرطريـك. ويترسـب حمـض الأكسـاليك فـى الأمعـاء ليكـون أملاح الكالسيوم ويفرز فى البراز وقليل منه يمتص؛ والآخـرون يمتصـون ولكـن سـرعان مـايؤيض ويمثـل حملاً حمضياً فى صورة ثانى أكسيد الكربون. وأهـم مصـدر للحمـض الثـابت يـأتى مـن بروتـين غذائـى حيث توجـد أحمـاض أمينية تؤيض لتكـون حمـض كبريتيك وأهميـة هـذا المصـدر للحمـض يؤيدهـا مرضـى يتنـاولون غـذاء محتويـاً علـى بروتـين عـالى فيزيد إفـراز حمـض بـولى فيهم. وبصـورة عامـة فـإن إعطـاء أغذيـة لأحمـاض هـو أقـل مـايمكـن minimal

بينما ماينسب منه للبروتين يبلغ ٢٠ - ٣٠ مللى مول فى كل يوم.

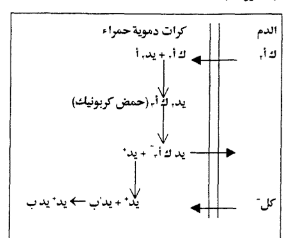
وينسب إلى القواعد alkalis أنها توصف لتكافىء الحموضة الأيضية metabolic acidosis (أنظر: سفله) ولتعادل الحموضة المعوية. واللبن ومنتجاته مركبات قلوية أيضاً ولكنها قلما تسبب أى إنزعاج إلا إذا أستهلكت بكميات زائدة.

التنظيم regulation

يتم تنظيم الدم فى ثلاثة مستويات: ١- التنظيم داخل الدم والأنسجة. ٢- إفراز الحمض الطيار بواسطة الرئتين. ٣- إفراز الحمض الثابت/غير الطيار بواسطة الكلوة.

والعملية بالنسبة للمستوى الأول تحدث لحظياً تقريباً والتى على المستوى الثانى على أساس دقائق والمستوى الثالث على أساس ساعات.

الدم blood: يتم تنظيم حمل حمضى (مثل ذلك الآتى من عضلة تتدرب) يحدث فى الدم فمن ٦٠ - ٧٠٪ يمكن أن يتم بواسطة نظام البيكربونات التنظيمى، ٢٠ - ٣٠٪ يتوقف على الإرتباط بالهيموجلوبين. فالدم متوازن مع أنسجة يد⁺، ويد⁺ يمرر تركيزات تدريجية إلى خلايا فى تبادل مع أيونات البوتاسيوم (بو⁺) (و لدرجة أقل (ص⁺) للمحافظة على التعادل الكهربى electro-neutrality) أو فى الإتجاه المضاد ويتوقف ذلك على [يد⁺] الموجودة. ونتيجة لذلك فإن الحموضة غالباً ماتصحب بزيادة فى ص⁺ وبو⁺ - والأخير يكون تناسبياً أكبر - والقلوية alkalosis بواسطة تخفيضات فى ص⁺، بو⁺. وكميات كبيرة من التنظيم قد تتم داخل خلايا أو أنسجة خاصة العظم حيث يد⁺ تنظم بواسطة أملاح الكالسيوم مثل الأباتيت (الصورة ١).

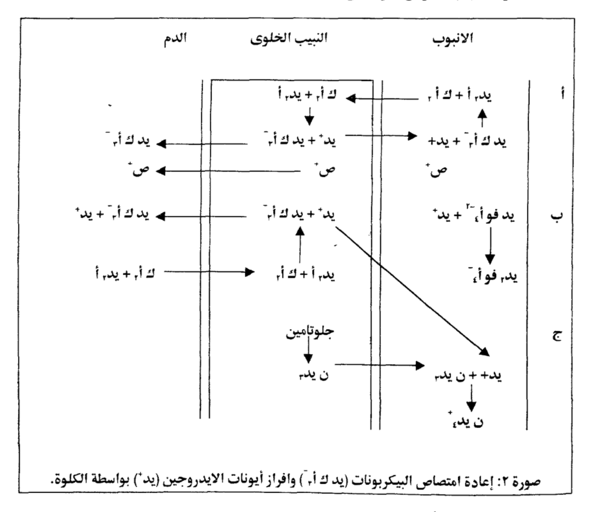


صورة ١: تمثيل للتنظيم بواسطة كرات دموية حمراء. يدخل ثانى أكسيد الكربون إلى الخلية وأيونات الهيدروجين (يد⁺) والبيكربونات (يد ك أ٣⁻) تولد بواسطة أنهيدراز الكربونيك. وتنظم يد⁺ بواسطة الهيموجلوبين (يد ب)

دور الرئة والكلى

الرئة: تقوم الرئتان بإفراز حمض متطاير (ك أ٢) متغير فى معدل وحجم التنفس وينظم مراكز التنفس. والتنفس فى المخ تنتج عنه تغيرات فى جيد و ج ك أ٢ PCO_2 فى السائل المخى الشوكى cerebrospinal وبعلامات من المستقبلات الكيماوية chemoreceptors فى الشريان السباتى carotid والأورطة aortic التى تستجيب إلى تغيرات فى جيد و ج ك أ٢ فى الدم الشريانى (زيادة ج ك أ٢ أو نقصان جيد يزيد من التنفس).

الكلوة kidney: للكلى عملان رئيسيان: إعادة توليد بيكربونات البلازما وافراز الحمض غير الطيار (صورة ٢ ، المعادلة ٥). والدم يرشح فى الكُبَيْبات glumeruli وهذا المرشح يحور فى أنابيب الكلى. ومن كل مرشح الكُبَيْبات ١٠٠ – ١٥٠ مل كل دقيقة أكثر من ٩٩٪ يعاد إمتصاصه لإعطاء حجم البول اليومى ١ – ٢ لتر فى اليوم. وإعادة إمتصاص البيكربونات تحدث معظمها فى الأنبيب tubule الأقرب proximal (صورة٢ أ) بالإتحاد مع يد$^+$. فتمر أيونات الأيدروجين فى خلية نبيب خلوية إلى تجويف lumen فى النبيب tubule (فى مبادلة مع ص$^+$) حيث وجود إنزيم إنهيدراز الكربونيك فى غشاء حافة فُرْشة النبيب يحفز من تكون ثانى أكسيد الكربون وعند ذلك ينتشر مرة أخرى إلى الخلية. ويعمل نفس الإنزيم الموجود فى الخلية على حفز إعادة توليد أيونات يد$^+$ ويد ك أ$_3$. ويتم إعادة تدوير أيونات الأيدروجين إلى التجويف الأنبوبى، ويد ك أ$_3^-$ وتمر إلى الدم مع ص$^+$ للمحافظة على التعادل الكهربى electroneutrolity. والأنابيب الخلوية tubule cells تتعرض أيضاً إلى ثانى أكسيد الكربون فى البلازما ويد ك أ$_3^-$ (صورة ٢ب) وفى وجود حموضة acidosis (نظراً لإنخفاض يد ك أ$_3^-$ أو زيادة ك أ$_2$) تستمر فى إنتاج يد$^+$ ويد ك أ$_3^-$ داخل الخلايا.



صورة ٢: إعادة امتصاص البيكربونات (يد ك أ$_3^-$) وافراز أيونات الايدروجين (يد$^+$) بواسطة الكلوة.

وتمر أيونات الأيدروجين إلى التجويف lumen ويتم تنظيمها بواسطة منظمات تم ترشيحها خاصة تلك المحتوية على أيونات فوسفات الأيدروجين (يد فو أ٤ ⁻٢) ولدرجة أقل الكرياتينين والأحماض القوية (مثل يد٢ كب أ٤) ولها ج ث٢ منخفضة لاتتأين فى البول (٥ – ٨ جيد) ويتم إفرازها كما هى. والميكانيزم النهائى الذى تقوم به الكلى لإفراز يد⁺ هو توليد أمونيوم (ن يد٤⁺) بأيض الجلوتامين وهى عملية يمكن تنشيطها بواسطة جيد منخفض وزيادة ج ك أ٢ (صورة ٢ج).

تأثيرات حمض–قاعدة (إنزعاج)
effect of acid-base disturbance

بجانب التغيرات التهيئية adaptive التى تحدث فإن عدداً من التغيرات الأيضية وعلم وظائف الأعضاء المرضية pathophysiological تحدث فى الحموضة (والقلوية تميل إلى إنتاج نواتج معاكسة خفيفة milder) فأيض الكربوايدرات يتغير: فكلا من هدم الجلوكوز glycolysis وتخليق الجليكوجين gluconeogenesis يشطان فى الكبد. ويزداد توريد الأكسجين إلى الأنسجة عن طريق إنخفاض قدرة الهيموجلوبين على الإحتفاظ بالأكسجين فى وسط حمضى (تأثير بور the Bohr effect). وأهم التأثيرات من ناحية أكلينيكية هى نسيج وعائى قلبى cardiovascular فيحدث توسع الآدمية vasodilatation فى الأوعية الدموية الخارجية/السطحية peripheral وينخفض إنقباض القلب مما ينتج عنه إنخفاض ضغط الدم وإنخفاض تروية perfusion الأنسجة. وهذه التأثيرات هى التى تثير الخطورة فمثلاً فى الحموضة الناتجة عن حمض اللاكتيك فى السكتة العفنة septic shock وتساهم فى نسبة عالية من الموت فى مثل هذه الحالة.

شذوذ توازن حمض–قاعدة
abnormalities of acid-base balance

أن التغير فى توازن حمض–قاعدة إما أن يقسم إلى حموضة acidosis مبيناً أن هناك زيادة فى أيونات يد⁺ (acidaemia أى حموضة الدم) أو القلوية alkalosis والتى لها عكس التعريف. وفى العادة فالحموضة لها مشكلة عامة وخطيرة ومتغيرة. والشذوذ ربما قسم إلى تنفسى respiratory إذا كانت المشكلة الأولية هى فى افراز ك أ٢ أو أيضية إذا كانت المشكلة الأولية هى فى إفراز الحمض الثابت fixed. والتعويض compensation يشير إلى تجاوب الجسم لتصحيح الشذوذ الأول، فمثلاً الإستجابة للحموضة الأيضية الأولية تتطلب زيادة إفراز ك أ٢ أى أنها تعويض تنفسى. وإذا عاد جيد يعود إلى مدى المرجع العادى إذا فإن المشكلة الأولية يقال لها أن تعويضها كامل. وفى العادة فإن الشذوذ الأيضى الأولى يمكن تعويضه جزئياً ولكن المشاكل التنفسية الأولية يمكن أن يتم تعريفها تماماً إذا وجدت لعدة أيام (جدول ٢).

الحموضة الأيضية metabolic acidosis

إن أهم أسباب الحموضة الأيضية هى زيادة فى إنتاج الحمض وفقد غير مناسب فى البيكربونات أو فشل فى إفراز الحمض بواسطة الكلوة.

جدول٢: التغيرات التي تحدث في الدم أثناء شذوذ حمض – قاعدة، الميكانيزم ودرجة التعويض

المشكلة	أيون ايدروجين يد+	بيكربونات (يد ك أ٣-)	الضغط الجزئي ل ك أ٢ (ج ك أ٢)	التعويض
أيضية:				
حموضة	↑	↓١°	↓٢°	جزئياً
قلوية	↓	↑ ١°	↑ ٢°	جزئياً
تنفسي:				
حموضة	↑	↑ ٢°	↑ ١°	تماماً complete
قلوية	↓	↓ ٢°	↓ ١°	تماماً complete

↑ زيادة ، ↓نقصان ، ١° أولى ، ٢° ثانوى

الحموضة الكيتونية لمرضى البول السكرى diabetic ketoacidosis

إن غياب الأنسولين في الأشخاص الذين يتناولون الأنسولين بسبب زيادة جلوكوز البلازما ويقلل من أخذ الأنسجة وإستخدام الجلوكوز. ويزيد إستخدام الأحماض الدهنية غير المؤسترة كمصدر للطاقة مبادل والتي تؤيض إلى قرين انزيم أ (قر.أ CoA) وفي الحالات العادية فإنها تؤيض بعد ذلك في الكبد من خلال دورة الأحماض الكربوكسيلية تالثلاثية (ح.ك.ث TCA) إلى ثاني أكسيد كربون وماء. وفي هذه الأزمة فإن هذه الدورة لاتستطيع إستقبال الزيادة في قر.أ فتتحول إلى حمض أسيتوأسيتيك/خلات الخليك والذي يمكن أن يختزل إلى حمض بيتا أيدروكسي البيوتريك β-hydroxy butyric أو يزال منه مجموعة كربوكسيل decarboxylated ليكون أسيتون. وهذه الأيضات الثلاث تعرف بإسم الأجسام الكيتونية ketone bodies وتراكمها ينتج عنه الحموضة الأيضية.

الحموضة اللاكتيكية lactic acidosis

إن نقص تروية النسيج أو تروية النسيج بدرجة غير كافية لمقابلة إحتياجات نسيج نشط أيضياً (مثل عضلة تتدرب) ينتج عنه مدد أكسجين غير كاف وتغيير من أيض تأكسدى (حيث النواتج النهائية ك أ٢ ماء) إلى هدم جلوكوز غير هوائى مما ينتج عنه إنتاج لاكتات. واللاكتات تستخدم بواسطة الكبد أو تستخدم في تخليق الجلوكوز وعندما تزداد مقدرة أيض اللاكتات فإن التراكم ينتج عنه حموضة أيضية وهذا يمكن أن يحدث في حالات مختلفة من بينها صدمة جهازية systematic shock وحموضة كيتونية لمرضى البول السكرى شديدة وتبلون الدم uraemia.

فقد البيكربونات loss of bicarbonate

إن إفرازات المعدة حمضية وهي تتم معادلتها بواسطة إفرازات قاعدية من الأمعاء. وهي تتبع فقد شديد لإفرازات الأمعاء بواسطة الإسهال – ولدرجة أقل بواسطة القيء لمحتويات الأمعاء. وينتج عنه فقد غير مناسب للبيكربونات وإحتمال الحموضة. وأحياناً يتم غرس الحالب في عروة أمعاء loop of bowel لتجنب مرض خطير في المثانة. وغشاء مخاطى الأمعاء يستجيب لبول غنى في أيونات الكلوريد (كل-) بتبادل كل- لـ يد ك أ٣- مما يؤدى إلى فقد كبير في البيكربونات.

كلوى renal

فقد المقدرة على إفراز وتوليد البيكربونات هما جزء من فقد عام فى وظيفة الكلى فى فشل كلوى حاد أو مزمن (تبلون الدم uraemia). وهناك أيضاً مجموعة من عيوب أنابيب كلوية متخصصة مشتملة فى المصطلح حموضة أنابيب قلوية (ح.أ.ك RTA) والتى يمكن أن تكون وراثية أو تظهر كثانوية لأمراض كلوية أخرى وقد توجد كعيب منعزل أو كجزء من شذوذ عام فى النقل الأنابيبى وقد تؤثر على إعادة إمتصاص البيكربونات القريبة (نوع II ح أ. ك type II RTA) أو تبادل يد⁺ للأنابيب البعيدة (نوع I ح أ. ك type I RTA).

الأدوية ومؤثرات أخرى
drugs & another causes

كثير من الأدوية قد تسبب حموضة أيضية، عادة من جرعة مفرطة. وأهمها الأسبيرين خلات حمض الساليسيليك. وحموضة اللاكتيك ترتبط أيضاً إنخفاض مستويات السكر hypoglycocmic الشفوية مثل تسمم متفورمين الذى يستعمل فى علاج مرض البول السكرى للذين لايعتمدون على الأنسولين والباراسيتمول والكحول وتسمم الإيثيلين جليكول.

تعويض compensation

إستجابة الجسم للحموضة الأيضية هو زيادة تعويضية فى التنفس لإزالة الزيادة من ك أ₂ وبذا يعيد التوازن لمعادلة هندرسون هاسلباخ (المعادلة٥) وهذا التعويض التنفسى عادة غير كامل وينتج عنه قيم ج يد أو يد⁺ عند أو هامشياً بعد حدود المدى "الطبيعى" (جدول ٢). والتعويض الكامل يتوقف على إفراز كلوى للزيادة من يد⁻ أو انصراف الحالة.

المعاملة treatment

معاملة الحموضة الأيضية هى معاملة الحالة الأساسية: فإصلاح نقص الأكسجة فى الوصول إلى أنسجة الجسم hypoxia فى حموضة اللاكتيك وتصحيح فقد السائل وعدم كفاية الأنسولين فى مرض البول السكرى. وسرعة تصحيح رقم ج يد يمكن أن تتم بالحقن فى الوريد لبيكربونات الصوديوم إذا لزم الأمر. ومعالجة حموضة أيضية مزمنة (مثل فشل كلوى) يمكن أن تتم بإعطاء بيكربونات شفوياً لمعالجة فقد غير مناسب وفى حالة تبلون الدم uraemia بإستعمال غذاء منخفض البروتين لتحسين الأعراض أو إبطاء التقدم فإنه يقلل من حمل الحمض.

قلوية أيضية metabolic alkalosis

القلوية الأيضية يمكن أن تتسبب عن أخذ زيادة من الحمض أو بأخذ القاعدة. والأخير يمكن أن ينتج من معالجة طبية iatrogenic أى أخذ زيادة من بيكربونات الصوديوم الموصوفة أو زيادة من "أدوية" لتنظيم حموضة معوية فى مرض القرحة الهضمية peptic ulcer disease "تناذر لبن - قلوى". والحمض المعوى قد يفقد عن طريق القيىء عندما يوقف خروج المعوى (مثل فى الضيق البوابى pyloric stenosis) والتعويض يكون بنقص تهوية الرئة لزيادة ج ك أ₂ PCO_2 وبذا

يتـم تـوازن معادلـة هندرسـون – هاسـلباخ (٥). والمعاملة هي في معاملة الظرف الأساسي بدلاً من إعطاء حامض administration of acid.

حموضة تنفسية respiratory aidosis

إن إضعاف تهوية الرئـة (والتـي يمكـن أن تحـدث بزيـادة ج ك أ، PCO_2 وبالتـالي تنقـص جـيد – المعادلة ٥) قد تحدث إما حاداً أو مزمناً. والسبب في ذلك يتضمن عوامل تؤثر على أسباب عصبية (مثل إصابة الرأس، توقف القلب، مستحضر أيوني، وأدوية مخدرة) أو أمراض في عضلات التنفس أو الرئتين. وفي الحالة جيد قد تنزل بطريقة مثيرة إلى أرقام قريبة من ٧ في حالات مثل حالات توقف القلب التنفسي cardio respiratory arrest. ومع الحالات المزمنة فإن جيد تكون أقرب للمعتاد ويحدث التعويض الكامل في الكلوة مع النتيجة أن مستوى عال من ك أ، (في منطقة ٥٠ – ٦٠ مم زنبق) يتم توازنها بزيادة بيكربونات البلازما التي تتولد في الكلوة (المعادلة ٥).

قلوية تنفسية respiratory alkalosis

وهذا يحدث كنتيجة لزيادة التهويـة over ventilation وفقد غير مناسب لـ ك أ، غالباً كإستجابة لألم أو هستيريا hysteria. وهذه التأثيرات قصيرة ويمكن تصحيحها بإعادة إستنشاق الهواء المخرج أو بإسكان الألم sedation. ومن الأسباب الأخرى الأطوار الأولي لتسمم الأسيبرين ونقص الأكسجة في الجسم hypoxia والظروف التي تؤدي إلى التأثير على منطقة ساق الدماغ brain stem region. وهذه الظروف نادرة وتغيرات ذات مدى طويل تتطلب إفراز بيكربونات ولكن يصعب رؤيتها.

(Macrae)

حماض/حميض
sorrels/docks/sour-grasses

الإسم العلمي	*Rumex* spp.
الفصيلة/العائلة: بطباطيات	Polygonaceae

بعض أوصاف

يوجد على الأقل ٧ أصناف حماض أو حميض وأكثرها إستخداماً: (١) *R. acetosa* وهو العام أو حماض الحديقة وله أوراق مدببة وقد ينمو إلى ٩١سم. (٢) حماض فرنسي أو مستدير الأوراق *R. scutatus* وينمو فقط إلى ٦١ سم. (٣) أسفاناخ دوك أو باشنس *R. patience* وهذا ينمو إلى ١٥٢سم.

وبعض الأنواع species البرية غنية في حمض الأكساليك وكان المصريون والرومان يستخدمونها للمساعدة على الهضم. وفي أوروبا في القرون الوسطى كان الحماض يسحق في الهاون لعمل صلصات خضراء تصلح مع الوز أو لحم الخنزير. كما أن أكل هذه الأوراق كان يمنع الأسقربوط scurvy.

وهو يحتاج إلى أرض غنية وضحلة ومشمسة ويجب إزالة الأزهار بمجرد ظهورها لأن هذا يشجع على زيادة نمو الأوراق ويمنع النبات من إنتاج بذور.

المعاملة: معظم النبات يستخدم طازجاً ولكن يمكن تجفيفه ويمكن تعليب الأوراق بسبب محتواها من الحمض.

الإستهلاك والتحضير: الأوراق ذات الجودة العالية تكون طازجة وصغيرة وطرية وخضراء ولاتصلح الأوراق الذابلة أو القذرة أو المصابة بالحشرات أو الصفراء.

والأوراق الصغيرة أحسن إذا أستخدمت فى السلطة لأن الكبيرة تميل إلى كونها مرة وحمضية جداً. ويمكن : ١- طحنها وإضافتها للكسرولة أو الأومليت أو الشوربة أو اليخنى. ٢- تغلى لمدة قصيرة وتقدم مع الزبد أو المرجرين. ٣- تعمل هريسا وتسخن مع زبد أو مرجرين وتقدم كصلصة مع البيض أو السمك أو اللحم أو الدواجن. ٤- فى صلصات السلطة يحتاج إلى بعض الخل لأن الحماض حمضى الطعم. ٥- كمكون للحشو فى السمك أو اللحم أو الدواجن.

. القيمة الغذائية

كل ١٠٠ جم بها ٩٠,٩٪ ماء وتعطى ٢٨ سعراً ، ٢,١ جم بروتين ، ٠,٣ جم دهن، ٥,٦ جم كربوايدرات، ٠,٨ جم ألياف، ٦٦.٠ مجم كالسيوم ، ٤١,٠ مجم فوسفور ، ٥,٠ مجم صوديوم ٣٣٨,٠ مجم بوتاسيوم، ١,٦ مجم حديد، ١٢٩٠٠,٠ وحدة دولية فيتامين أ ، ١١٩,٠ مجم فيتامين ج، ٠,٠٩ مجم ثيامين ، ٠,٢٢ مجم ريبوفلافين، ٠,٩مجم نياسين.
(Ensminger & Everett)

والأسماء: بالفرنسية oseille وبالألمانية Sauerampfer وبالإيطالية sauro وبالأسبانية acedera. (Stobart)

حماض بستانى amphoteric

حماض بستانى كبير patience dock
الإسم العلمى *Rumex patientia*

حماض بستانى صغير/(معروف)
sour dock/common sorrel
الإسم العلمى *Rumex acetosa*
الفصيلة/العائلة : البطباطيات/عصا الراعى
Polygonaceae
(الشهابى وأمين رويحة)

بعض أوصاف

عشبة يبلغ إرتفاعها ٣٠سم والحماض البستانى الكبير أفضل طبياً، وساقه محمرة وأوراق بشكل الحربة فوق ساق طويلة غليظة نوعاً مذاقها شديد الحموضة والأزهار صغيرة خضراء محمرة.

الإستخدام

تستخدم العشبة ذات الطعم الحامضى والمر الخفيف والغنية جداً فى فيتامين ج طازجة فقط فى تتبيل السلطات والحساء والصلصات البيضاء للحوم المشوية والأسماك وتطبخ أيضاً مع السبانخ وهو ينقى الدم ويقوى الشهية ويسهل الهضم.

كما يدخل الحماض فى المايونيز مع اللبن ومبشور تفاح مع الخلط جيداً وتقدم كسلطة وكذلك يعمل منه حساء بتحميص دقيق خفيفاً فى سمن (دون أن

يتحول لون الدقيق الأبيض) ثم يضاف بصلة مفرومة ومرق لحم مملح ويغلى حتى يستوى وقبل نهاية الغلى ببضع دقائق يضاف ١٢٥جم ورق حماض. كما تحضر صلصة الحماض بتحميص الدقيق كما سبق مع الحساء ثم يضاف بعض اللبن ويغلى حتى يستوى ثم يمزج جيداً مع أوراق الحماض المفرومة.

الفوائد الطبيعية

يستخدم فى علاج الأمساك مع المسنين وإحتقان الصفراء ويتجنب إستخدامه مع مرضى الكلى والنقرس والحصى فى البول والإسهال.

حمقلى/أمفوتيرى amphoteric

يصف مادة لها كل من خواص الحمض والقاعدة مثل الماء. (Academic)

ليكتروكيت حمقلى/أمفوليت ampholyte

اليكتروليت يعمل كحمض أو كقاعدة متوقفاً على حموضة أو قلوية الوسط الذى توجد فيه.
(Academic)

الحمل والضأن lamb and mutton

الحمل هو لحم من صغار الخراف sheep فيجب تفريقها عن الضأن mutton الذى هو حيوانات بالغة. فالخراف تربى لإنتاج اللحم والصوف وتمثل ٦,٥ مليون طن. وهناك مئات السلالات كل منها لها خواصها الخاصة فهناك السلالات التى لها ذيل دهنى وهى تصلح فى أماكن لايصلح فيها أى نوع آخر وفى النهاية الأخرى نجد سلالات الجبال التى يمكنها أن تقاوم الظروف الخشنة ونزول المطر الغزير والثلج وفى الضأن فإن الغضروف متعظم.

ولحم الخراف يؤثر عليه عاملان: فأولاً هناك العوامل البيولوجية والزراعية وثانياً هناك العوامل التسويقية. وقيمة الذبيحة تتوقف على عدة عوامل: الوزن وشكل الذبيحة ونسبة النسيج الأصلى (عضل ودهن وعظام) وتوزيع هذه الأنسجة خلال الذبيحة وسمك العضلة وجودة اللحم. فوزن وحجم الذبيحة يتوقف عليه ليس فقط كمية الأنسجة المختلفة ولكن أيضاً حجم العضل المعرض للقطع والقطعيات المحضرة منه وهذا مهم لأن عليه يتوقف تحضير قطعيات تناسب طلبات المستهلك. فمثلاً هناك طلب على رجل صغيرة. ونسبة اللحم الأحمر فى الذبيحة يمثل أهم شىء فى الناتج والقيمة التجارية فى كثير من البلاد، فكل ذبيحة يجب أن يكون بها نسبة مثلى من الدهن تكفى لكى تضمن أن الذبيحة لن تجف أثناء الطبخ وتؤكد جودة أكل وأقل عظم.

وذبيحة الحمل تفصل إلى جوانب بقطعها خلال العمود الفقرى وأهم القطعيات هى:

الربع الأمامى forequarter: هى قطعية كبيرة وتشمل الرقبة والكتف وجزءاً من الصدر.

الكتف shoulder: وهو أصغر من الرجل ويحسن تقطيعها بعد إزالة العظم.

شرائح الرقبة neck chops: قد تستخدم فى اليخنى أو يطهى فى قدر مقفل braised أو يقدم فى كسرولة.

الصدر breast: فنهايات الأضلع يمكن أن تقطع لتسهيل عملية التقطيع وأحسن نهاية للرقبة أو neck وهو مكون من ٦ - ٧ أضلع حيث يمكن عمل قطع منها.

خاصرة loin: يمكن قطعها إلى ٧ - ٨ قطع كل منها بها عظمة على شكل T وتترك لتطبخ كقطعة واحدة.

شرائح/قطع الرجل leg chops or chump chops: وتقطع من نهاية الرجل القريبة من الخاصرة.

الرجل leg: وهذه روست كبيرة تطبخ بالعظم الموجود بها أو يزال .

ولحم الحمل والخراف يستخدم أقل فى الأشكال المعاملة عن اللحوم الأخرى ومن أسباب ذلك إرتفاع نسبة العظم إلى اللحم وصغر حجم الذبيحة مما يجعله أكثر تكلفة عن اللحوم الأخرى. كما أن دهن الحمل أكثر تشبعاً وأقل مناسبة للمعاملة.
وأهم شىء يأتى فى المستقبل هو منتجات وأجزاء للمطبخ والتى توفر الثقة والبدع novelty.
(Macrae)

الخواص التى يطلبها المستهلك فى الحمل

١- الإستساغة: تتأثر بالطراوة والعصيرية والنكهة.
٢- الجاذبية: لون اللحم الأحمر ودرجة التدهن وتوزيع الدهن فى اللحم تحدد جاذبية المستهلك فمعظم المستهلكين يفضلون الدهن الوردى- الأبيض ولون أحمر خفيف فى اللحم. والضأن أكثر إغمقاقاً من الحمل.
٣- زيادة فى اللحم وقلة فى الدهن: زيادة اللحم تؤثر على المستهلك مع قلة فى الدهن.
٤- سهولة التحضير: قطع كستليتة ورجل الحمل مرغوبة أكثر.
٥- الطراوة : لحم الحمل fine فى حين لحم الضأن أكثر خشونة.

درجات الحمل والضأن

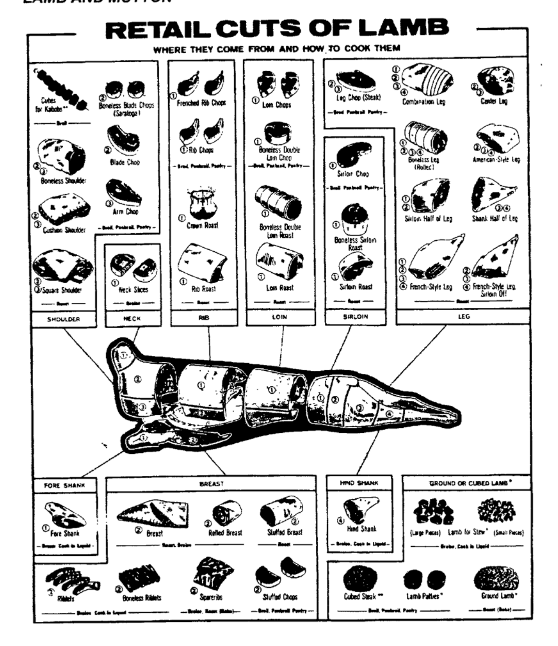
هذه الدرجات هى: ١- أولى prime. ٢- مختارة choice. ٣- جيد good. ٤- مستخدمة utility. ٥- فرز Cecil.

والخواص الرئيسية للجودة هى: ١- لون وقوام العظم والذى يبين عمر الحيوان. ٢- التماسك. ٣- القوام. ٤- توزيع الدهون فى اللحم marbling.

والحمل مصدر جيد للحديد وفيتامين $ب_{١٢}$ و $ب_٦$ والبيوتين والنياسين وحمض البانتوثينيك والثيامين وهو سهل الهضم فيصلح للصغار والعجائز.
(Ensminger)

ومرفق رسم يبين قطعيات التجزئة فى الحمل فى الولايات المتحدة.

أنظر: بقر ، خروف



* Lamb for stew or grinding may be made from any cut.
** Kaboba or cube steake may be made from any thick solid piece of boneless Lamb.

The retail cuts of lamb; where they come from and how to cook them.

حمى anneal

يقوم بعملية التحمية.

تحمية annealing

التسخين المستمر لمادة مثل زجاج أو معدن على درجات حرارة عالية وتتبع بتبريد تدريجي للمادة. وهي عملية تجرى لخفض صلابة أو قصافة brittleness أو لإزالة الضغوط والضعف أو لإنتاج صفات أخرى. (Academic)

حمام pigeon

الإسم العلمى
Columba palumbus (wood pigeon)
C. lira (rock dove)
C. fasciata

الفصيلة/العائلة: الحماميات Columbidae

(Ensminger)

هناك ٤٧٥ نوعاً species من الحمام فى العالم وهى تختلف فى المذاق فبعضها جيد والآخر أقل فى الصين بيض الحمام المغلى جيداً يعتبر ذو مذاق جيد. والحمام يجب أن يكون ٤ أسابيع فى العمر وألا يكون قد أكل حبوباً كاملة ويجب أن تجوع لمدة ٢٤ ساعة قبل موتها وأن تعلق من أرجلها ويزال الدم وإلا كان اللحم غامقاً ويجب إزالة الريش وهى لازالت ساخنة وهى أحسن مايكون وهى صغيرة.

والأسماء: بالفرنسية pigeon وبالألمانية Taube وبالإيطالية piccione وبالأسبانية paloma.
(Stobart)

حى العالم المنعكس/الأصفر jenny stone crop

الإسم العلمى *Sedum reflexum*

الفصيلة/العائلة: المخلدات Crassulaceae

بعض أوصاف

نباتات عشبية لحمية لاتعلو إلى أكثر من ٢٠ سم ويمكن جنى الأوراق ورؤوس الأغصان من العشبة قبل تكوين البراعم.

الإستخدام

الأوراق اللحمية تستخدم بكمية صغيرة فى السلطة والحساء والصلصات والأغذية البحرية والأسماك المدخنة والأغذية النية وأغذية الحمية (للحميات) وقد تمزج مع فجل الخيل والثوم المعمر بدل المقدونس على البطاطس. ولاتصلح للتجفيف. وهى منعشة قليلة الحموضة.

(الشهابى وأمين رويحة)

حمى

حمية diet

يعرف القاموس الحمية بأنها نظام للأكل والشرب خاصة إذا وصفت لأسباب صحية أو طبية.
(Macrae)

ألياف حمية/ غذائية dietary fibre

تعرف ألياف الحمية/غذائية بأنها المكونات الداخلية للمواد النباتية فى الغذاء والتى تقاوم إفرازات الجزء الأعلا من القناة المعدية المعوية فى

الإنسان (إفرازات من الفم والمعدة والصفراء gall bladder والبنكرياس الخارجي والأمعاء الصغيرة) وهذه المكونات معظمها سكريات عديدة غير نشوية ولجنين وقد تشمل مواداً غير مرتبطة مثل بروتين تركيبي غير مهضوم ونظراً لأن اللجنين لايوفر إلا كمية صغيرة من ألياف الحمية في معظم الأغذية فقد إستخدم المصطلح سكريات عديدة غير نشوية non-starch polysaccharides قد اقترح.
(Macrae)

وهو كثير الإستعمال الآن (عثمان)

أغذية الحمية

أغذية الحمية أو الأغذية الموجهة لتغذية مجموعات خاصة مثل : مرضى البول السكرى – أى إضطراب أيضى متخصص أو أشخاص لايستطيعوا هضم أو إمتصاص مغذيات من غذاء عادى أو أشخاص لهم إحتياجات غذائية خاصة مثل الرياضيين أو أن غذاءهم يحتاج إلى مستويات غذائية خاصة كالأطفال.

صيغ للأطفال

infant formulae & follow up foods

١- صيغ الأطفال يقصد بهم الأطفال حتى سن السنة الأولى حيث لاتستطيع أو لاتريد أمهاتهم إرضاعهم ويمكن أن يحل محلهم صيغ من أربعة أشهر مع صيغ الفطام. ولما كانت صيغة الأطفال هى الصيغة الوحيدة للتغذية فإن تكوينها معروف وكذلك المكونات التى تدخل فى تركيبها. وهذه تشمل اللبن وبروتين الصويا الذى يخفف بالماء وقد تحتوى أى لاكتوز وقد تكون خالية منه.

٢- أغذية الفطام وأغذية الأطفال

يتم فطام الأطفال بين ٤، ٦ شهر حيث يبتدىء الأطفال فى التدرج من الرضاعة sucking إلى العض والمضغ. ويوجد نوعان من الأغذية فى هذا المجال: ١- منتجات حبوب معاملة وهذه تقسم إلى حبوب وحبوب مع إضافة غذاء بروتينى عال وباستا أو بسكويت. ٢- غذاء أطفال وهذا يقصد به الإستعمال خلال فترة الفطام وفى فترة تعويد الطفل على الغذاء العادى. وهى أغذية توجد فى برطمانات أو علب أو أنها مجففة وتحتاج إلى تكوين.

والأغذية تصاغ بحيث تقابل إحتياجات معينة فالتى تصلح للإستعمال الأول هى الأغذية الناعمة ذات النكهة الغفل bland فهى تشبه اللبن إلى حد كبير وعندما يتقدم الفطام فإن هناك أغذية ذات نكهات ولها قوام يشجع على المضغ ويجب ملاحظة ماتحتويه هذه الأغذية من الصوديوم أو السكر المكرر وأن الأطفال يجب أن يحصلوا على غذاء مناسب فى إحتوائه للفيتامينات والمعادن وكذلك ملاحظة ناحية الكائنات الحية الدقيقة.

٣- أغذية التخسيس

يوجد عدد من أغذية التخسيس:

١- أغذية محسوب مابها من طاقة.

٢- أغذية بها طاقة ناقصة فبها ٢٥٪ نقص فى الطاقة أو أغذية بها طاقة منخفضة أى بها ٥٠ سعراً (٢١٠ ك ج) فى كل ١٠٠جم أو ١٠٠مل.

٣- أغذية هى المصدر الوحيد للتغذية وتقسم إلى أغذية منخفضة جداً فى السعرات ٤٠٠- ٨٠٠ سعراً

(١٦٨٠ - ٣٣٦٠ ك ج)/اليوم ، وأغذية منخفضة فى السعرات ٨٠٠ - ١٢٠٠ سعراً (٣٣٦٠ - ٥٠٤٠ ك.ج)/اليوم.

والأغذية المنخفضة السعرات يجب أن تتكون من:

١- بروتينات ٢٠-٥٠ جم عند ١٠٠٪ هـ.ص.ع، هـ..أ.ز (هيئة الصحة العالمية وهيئة الأغذية والزراعة).
٢- دهون أقصى مايمكن ٣٠٪ من الطاقة الكلية.
٣- حمض لينولييك أقل مايمكن ٤,٥ جم.
٤- فيتامينات ومعادن إلى ١٠٠٪ من الموصى به.

٤- أغذية لأغراض طبية خاصة

يحتاج الأمر أحياناً لتغذية بعض المرضى معوياً enteral حيث يقدم الغذاء خلال القناة الهضمية وغير معوى/ غير مريئى parenteral حيث يقدم الغذاء عن طريق الوريد intraveniously وهذه تستخدم لتقديم تغذية حيث لايمكن إستخدام التغذية المعوية مثل فى حالات أن القناة الهضمية لاتستطيع أن تمتص المغذيات أو أن راحة تامة للأمعاء/الأحشاء تكون مطلوبة.

والتغذية المعوية لها فوائدها فى:

١- هؤلاء الذين القناة الهضمية لهم سليمة مثل فى حالات ما بعد الجراحة أو حالات الجهاز العصبى المركزى أو حالات الحروق أو حالات نفذ الوعى comatose patients.
٢- مرضى القناة الهضمية الذين يمنعون هضم وإمتصاص المغذيات.
٣- مرضى بإتصال شفوى بالقناة الهضمية محدود نظراً لإصابات وجهية أو بلعومية أو مرض أو إنسداد فى الجزء العلوى للقناة الهضمية.
٤- بعض الناس الذى لهم طلبات خاصة كمرضى الفينيل كيتون يوريا

وهذه أغذيتهم تقسم إلى:

أ- أغذية كاملة: ١- أغذية كاملة مصنعة من مكونات عادية. ٢- أغذية مكونة من مكونات خاصة مثل البروتينات حللت جزئياً أو السكريات محللة من كربوايدرات معقدة.

ب- أغذية غير كاملة : ١- أغذية مكملة عادة فى شكل مغذ واحد (بروتين، دهن ، كربوايدرات) تستخدم لتزيد من حاجة المريض. ٢- منتجات خاصة لحاجات معينة أو أمراض معينة.

وبجانب الأشخاص الذين يحصلون على صيغ غذائية كاملة فإن هناك مجموعات من الناس فى كامل الصحة قد يحتاجون مؤقتاً لها مثل كبار السن أو من يستشفى من مرض وهؤلاء يمكن أن يشتروا أغذية كاملة غذائياً.

٥- أغذية منخفضة الصوديوم

صيغت هذه الأغذية لمرضى الكلوة وضغط الدم المرتفع وغيرها فتناول الملح يجب أن يكون ١٠ أمثال المطلوب للإحتياجات الفسيولوجية للمحافظة على نشاط العضلات ونشاط الأعصاب بجانب ضغط الدم وإضافة الملح للطعام كان المقصود منه أولاً الحفظ وتعزيز النكهة وهذه

الأخيرة يمكن الحصول عليها من الأعشاب والتوابل بدون صوديوم.

وهناك نوعان من الأغذية: ١- منخفضة جداً في الصوديوم حيث أن الصوديوم لايتجاوز ٤٠مجم/١٠٠جم أو ١٠٠مل من منتج صالح للغذاء.

٢- منخفض الصوديوم حيث لايزيد الصوديوم عن ١٢٠مجم/١٠٠جم أو ١٠٠مل من منتج صالح للغذاء. وهناك بدائل للملح ويجب عند إستخدامها أن تذكر في الروشم.

٦- أغذية خالية الجلوتين

هذه الأغذية مطلوبة للأشخاص المرضى بإدراء الذُلاقى coeliac disease ويكون السبب وجود الجلوتين في حبوب مثل القمح والشيلم والشعير والشوفان ويمكن عمل بدائل من الأرز أو الذرة ويضاف فيتامينات ومعادن. وهذه الأغذية قد تكون موجهة للأطفال. وخالي من الجلوتين معناه أنه لايعطى أكثر من ٠,٠٥جم/١٠٠جم أو ٣٪ بروتين في الناتج. ويمكن للأغذية التي لاتحتوي جلوتين طبيعياً أن يذكر ذلك في الروشم.

٧- أغذية لأغراض خاصة - أغذية الرياضيين

١- أغذية صيغت لإعطاء طاقة وهذه تحتوي على كربوايدرات لأن منها يتكون الجليكوجين في الجسم وكذلك يجب أن تحتوي على دهن وبروتين بنسب صحيحة. وقد يوجد منها أغذية تحتوي أيضاً فيتامينات ومعادن.

٢- أغذية أو كبسولات أو أشربة تميؤ hydration beverages بها نسب معينة من المعادن والمعادن النادرة والفيتامينات والمواد الأخرى.

٣- أغذية ذات محتوى معين من البروتين أو الأحماض الأمينية.

٤- إرتباطات بين الأغذية السابقة.

٨- أغذية لمرضى البول السكرى

يرتفع السكر في الدم في الأشخاص الأصحاء أثناء الوجبات ثم ينزل إلى ٠,٨ جم/لتر ثم يعود بعد الطعام post prandial. وفي مرضى البول السكرى يحدث:

١- الأشخاص الذين يعتمدون على الأنسولين وهؤلاء يوجه السكر عندهم بحيث يبقى في الحدود المناسبة.

٢- إفراز عادي أو زائد ولكن مصحوب بمقاومة الأنسجة للأنسولين والذى يضبط الغذاء وليس الأنسولين. والأغذية الموجهة لهؤلاء المرضى تسمح بأخذ غذاء عادى من الكربوايدرات (٥٠ - ٦٠٪ من الطاقة المأخوذة) والتي تسمح بأقل قدر من الأنسولين حتى يمكن أن يحد من تأثير الأنسولين الغير كفء insulin insufficiency.

٩- الأغذية الخاصة

هناك أيضاً الفيتامينات كل على حدة والمعادن والفيتامينات كلها ثم البروتينات المحللة والدهون محللة إلى جليسريدات ثلاثية وكربوايدرات وقد تكون محللة أو غير محللة. كما أن مضافات الأغذية

والمستحلبات والمثبتات ... إلخ لتحسين عمر الرف والإستساغة تحتاج إلى تكييفها. (Macrae)

حنذ

حنيذ/مشوى **broiled**

يطبخ بالتعريض لحرارة مرتفعة.

حنط

حنطة/قمح/بر **wheat**

الإسم العلمى *Triticum vulgare*

أنظر: بر

حنطة صلدة/قمح صلد **durum wheat**

الإسم العلمى *Triticum durum*

أنظر: بر

حنطة سوداء

buck wheat/saracen corn/ beech wheal or bronk

الإسم العلمى

Fagopyrum saggittatum Gilib
(*F. esculentum* Moench), or common
F. emarginatum Moenchor winged
F. tartaricum (L.) Gaertn or tartary

الفصيلة/العائلة: البطباطيات Polygonaceae
(McGraw-Hill Enc., Ensminger & Stobart)

وهو عشبى وقائم erect حولى له بذرة أو حبة جافة يستخدم كغذاء للإنسان والحيوان وهو ليس من الحبوب cereals ولكنه من النباتات القليلة التى تستخدم بذورها النشوية كجريش meal وكدقيق flour. وينمو النبات إلى إرتفاع ٢-٥ قدم وأوراقه عديدة قلبية الشكل عريضة وله ساق رئيسية واحدة لها عدة فروع وجذر قمى tap root وبذور أو على الأصح ثمار fruit (فقيرة achene).
الـ *F. saggittatum* والـ *F. emarginatum* لها ثلاث زوايا وتختلف فى الشكل والحجم واللون وتلقيحها خلطى cross-pollinated. إما بذور الـ *F. tartaricum* والذى يعرف بأسماء tartary back wheat ، buck wheat rye و duck wheat أو hullus فتختلف عن الصنفين السابقين فى الشكل الخارجى إذ له أزهار ذات نوع واحد وذاتية التلقيح.
والبذور لها قشور خشبية تبلغ ١٨-٢٠٪ من البذرة وأحياناً أكثر وبالتالى فالحبوب بها ١٠,٧٪ ألياف خام. (Matz)
وتنمو الحنطة السوداء buck whreat فى مناطق باردة رطبة/خضلة moist وتزرع عادة فى الأراضى الفقيرة أو لأنها تنضج فى ١٠ -١٢ أسبوع كمحصول طارىء emergency أو لمنع نمو الحشائش أو كسماد أخضر أو كغذاء أو تغذية للطيور والحيوانات البرية game birds and wildlife ويستخدم كثيراً كمرعى لنحل العسل الذى يعطى عسلاً غامقاً ذا نكهة قوية مرتفع الثمن.

التصنيع processing

طحن الحنطة السوداء buck wheat يماثل طحن القمح أساساً. فتنظف الحبوب وتطحن بين سلسلة

من الأسطوانات المصنوعة من الصلب. والدقيق والعلف - كناتج إضافى feed by-product - تفصل بالنخل. وفى المتوسط تعطى كل ١٠٠ رطل حنطة سوداء buck wheat ٦٠ - ٧٥ رطل دقيق، ٤-٨ رطل جريش بالنخال middling و ١٨ - ٢٦ رطلاً قشور hulls.

وتمر البذور (الثمار) على مناخل وتخضع للسفط aspiration وللفرك scouring لإزالة المواد الغريبة. وإذا كانت رطوبة الحبوب مرتفعة فإنها تجفف وتكسر cracked البذور لخلخلة loosen القشرة hull بتمريرها على أسطوانات الكسر الأولى. وتجفف فى أسطوانة دوارة بالحرارة وبعد التجفيف فإن الحبوب المكسرة cracked تنخل لفصل الدقيق عن القشور وتكرر هذه العملية إلى أن يتم الحصول على الناتج المرغوب. وقد تطحن البذور إلى دقيق ناعم fine ولكن كثيراً مالايتم ذلك وتوجد أيضاً جسيمات الردة والجريش بالنخالة middling مع الدقيق خاصة فى الغامق منه. وكثيراً مالاينقى مثل دقيق القمح أو الشيلم rye أو الذرة بل يكون رملياً gritty وليس طرياً soft ولا ناعماً smooth.

والدقيق يكاد يستخدم فقط فى البانكيك pancakes مخمراً بالمسحوق الرافع أو الخميرة أو كأحد مكونات دقيق البانكيك pancakes. وقد تطحن أنواع منه إلى جريش خشن grouts حيث يحضر منها حبوب محمصة roasted kernels. والجريش الخشن grouts به أثر مرارة ولايصلح للتخمير بالخميرة والفارينا farina أو منتج حبيبى يستخدم فى الشوربة. وقد كانت الحنطة السوداء buck wheat مصدراً للروتين rutin. وفى اليابان يضاف إلى الدقيق ١٠ - ٥٠٪ دقيق قمح ويصنع من ذلك سوبا soba وهى شرانطيات الحنطة السوداء buck wheat أما السوبا ماى soba-mai فتصنع كالأرز المسفوع بالنقع ثم المعاملة بالبخار ثم الطحن لإزالة القشور وتطبخ مع الحبوب مثل الأرز. وفى روسيا تصنع منه الكاشا kasha التى يعمل منها كيك أو عصيدة.

التكوين والقيمة الغذائية

الحنطة السوداء بكل ١٠٠ جم منها: ٩,٧٥٪ رطوبة وتعطى ٣٤٣سعراً، ١٣,٢٥جم بروتين، ٣,٤جم دهن، ١,٧٤جم ألياف خام، ٢,١ جم رماد وتخلو من حمض الأسكوربيك وبها ٠,١٠١ مجم ثيامين. ٠,٤٢٥ مجم ريبوفلافين، ٧,٠٢ مجم نياسين. ٠,٢١جم بيريدروكسين، ٣٠,٠ميكروجرام فولاسين ١٨,٠ مجم كالسيوم، ٢,٢ مجم حديد و ٢٣١ مجم مغنيسيوم، ٣٤٧ مجم فوسفور، ٤٦٠ مجم بوتاسيوم، ١,٠ مجم صوديوم، ٢,٤ مجم زنك، ١,١٠ مجم نحاس، ١,٣ مجم منجنيز.

والبروتين عالى فى الليسين ومنخفض فى الميثيونين وإذا قورن ببروتينات الحبوب ففيه ٠,٦٧٢ جم ليسين فى كل ١٠٠جم، و ٠,١٧٢ جم ميثيونين، ٠,١٩٢ جم تربتوفان، ٠,٥٠٦جم ثريونين، ٠,٤٩٨ جم ايزولوسين، ٠,٢٢٩ جم سستين، ٠,٥٢٠ جم فينيل ألانين، ٠,٢٤١ جم تيروسين، ٠,٦٧٨ جم فالين، ٠,٩٨٢جم أرجينين، ٠,٣٠٩جم هستيدين، ٠,٧٤٨جم ألانين، ١,١٣٣جم حمض أسبارتيك، ٢,٠٤٦ جم حمض جلوتاميك،

١,٠٣ جم جليسين، ٠,٥٠٧ جم برولين، ٠,٦٨٥ جم سيرين.

والدهن: بـه ٠,٧٤١جم أحماض دهنية مشبعة فى كل ١٠٠جم، ١,٠٤٠جم أحماض دهنية وحيدة التشبع، ١,٠٣٩جم أحماض دهنية عديدة التشبع منها ٠,٩٦١ جم ١٨ : ٢، ٠,٠٧٨جم ١٨ : ٣ وبه روتينين بنسبة ١-٦٪.

والأسماء: بالفرنسية sarasin/blé noir وبالألمانية Buchweizen وبالإيطالية grino saraceno وبالأسبانية trigo regro. (Stobart)

حنك

الحنك/سقف الحنك	**palate**

سقف الحنك يتكون من الجزء الأمامى hard palate الحنك الصلب وله تركيب عظمى والجزء الخلفى posterior palate ويتكون من نسيج عضلى.

حنى

منحنى	**curve**

خط يستمر ثنيه يمثل قوساً فى دائرة.

منحنى المتبقين **survivor curve**

أنظر: تعليب

منحنيات الإختراق **penetration curves**

أنظر: تعليب

منحنيات قياس الرطوبة والبرودة
psychometric charts

أنظر: تجفيف

منحنى معدل الإماتة حرارياً
thermal death-rate curve

أنظر: تعليب

حات

الحوت	**whale**
الإسم العلمى	*Globicepha melas*

بعض أوصاف

الحيتان من الـ Cetacean تقسم إلى قسمين رئيسين: الحيتان بالين Mysticeti والحيتان ذات الأسنان Odontoceti.

الحيتان البالين التى تستخدم لإستهلاك الإنسان تبعاً لجمعية الحيتان الدولية International Whaling Commission البوهيد bowhead جرى grey وفان fin وساى sei ومنك minke.

ومن الحيتان المسننة الحوت المنقارى بيرد Baird's beaked whale، نارهوال narwhale، الحوت الأبيض white whale، الحوت القاتل killer whale، الحوت القاتل المزيف false killer whale، الحوت القائد ذو الزعانف الطويلة long-finned pilot whale، الحوتى القائد ذو الزعانف القصيرة short-finned pilot whale، والدلفين الأطلنطى ذو الجوانب البيضاء Atlantic white-sided dolphin،

والدلفين ذو الأنف المشابه للزجاجة bottlenosed dolphin، والدلفين المبقع spotted dolphin، والدلفين ذو الشرائط striped dolphin، والدلفين العادى common dolphin، ودلفين ريصو Risso's dolphin، وخنزير الميناء harbour's porpoise، وخنزير دال Dall's purpoise. وبلغ عدد الحيتان المصادة فى سنة ١٩٩٠ من ٨٠٠٠٠ - ٨٥٠٠٠.

طرق الصيد

منع إستخدام القنبلة اليدوية الحربون ليشمل حيتان المنك إبتداء من سنة ١٩٨٣.

وقد إستخدم الحربون والبنادق والشباك وغيرها فى إصطياد الحيتان فى small cetaceans. وتساق مدارس كاملة entire schools إلى خليج وتقتل عن طريق الوريد الوداجى jugular والشريان السباتى carotids بإستخدام سكاكين خاصة. والكل يشارك فى المغنم حيث لايوجد شركة تقوم بالعمل فى هذا المجال. ويجب أن تزال الغنائم فى خلال ساعة. ففى أول الأمر ينزع دهن الحوت blubber مع مراعاة أن يوضع على الرصيف مع الجلد لأسفل حتى لايوسخ دهن الحوت وبعد ذلك يزال لحم الحوت ويوضع على الدهن ثم تقسم.

إستخدامات الحيتان

يستخدم اللحم طازجاً أو يملح أو يجفف بالريح/فى الهواء wind-dried أو يجفف فى الشمس بعد تقطيعه لشرائح رفيعة وفى إيسلندا فإن حيتان البالين baleen whales تحفظ فى أوعية مع حمض لاكتيك.

ففى التمليح يوضع قطع اللحم والدهن فى أوعية وتضغط معاً وتغطى فى محلول مأج يغلى حيث يمكن لبعضها أن يعوم. وبعد التمليح لمدة شهر على الأقل يغسل اللحم لمدة ٢٤ - ٤٨ ساعة قبل غليه فى الماء ويؤكل الدهن مغلياً أو طازجاً raw بدون غسيل.

وفى التجفيف فإن لحم الحيتان يمر فى عملية تخمر مرتبطة بالتجفيف. فيرش ملح ١٢-٢٤ ساعة بعد قطعها إلى قطع صغيرة حوالى ٥٠سم فى الطول، ١٠سم فى العرض وينعم السطح مما يجعل السطح متماسكاً فى الريح مما يمنع الذباب من وضع البيض. وتعلق القطع على الناحية الشمالية للمنزل وتكون جاهزة للغلى فى ماء مالح بعد ٣ - ٤ أسابيع أو بعد تجفيفها لمدة ثلاثة أشهر حيث تصبح جامدة فتؤكل طازجة raw فى شرائح رفيعة. وهذا يصلح فى شمال الأطلنطى.

كما يتم تدخين اللحم والدهن فى أيسلندا واليابان.

أما الدهن فقليلاً ما يتم تجميده والأكثر أن يملح إما جافاً أو عن طريق محلول، أو يجفف فى الريح wind-dried. وبعد أن يترك فى الملح لمدة شهر على الأقل وربما كان لمدة ٣ أشهر فإن الدهن يصبح مأكلة ويمكن الإحتفاظ به لمدة سنوات. والجلد والطبقة الخارجية من الدهن تؤكل طازجة فى جرينلاند وفى اليابان وجزر الفارو وفى جرينلاند تؤكل مغلية أو محمرة.

جدول (١): طرق تحضير قطع الحيتان.

طريقة التحضير	جزء الحيتان
- طازجة	اللحم، لحم اللث والرئة فى اليابان والجلد والدهن فى جرينلاند.
- مغلية أو محمرة فى زيت أو ماء	اللحم (فى جميع أنحاء العالم) والدهن فى اليابان وجزر فارو وجرينلاند واللسان والأخدود البطنى والأعضاء الداخلية والرئة فى اليابان والكلى فى جزر فارو.
- مدخن	الأخدود البطنى واللحم فى اليابان.
- مملحة جافة أو مخللة	اللحم والزعنفة والأعضاء الداخلية فى اليابان والدهن فى جزر فارو.
- مجففة فى الشمس أو الريح	اللحم فى اليابان وجزر فارو.
- حمض اللاكتيك	اللحم والأعضاء لداخلية فى ايسلندا.
- محفوظة فى النبيذ	الغضاريف فى اليابان.

التكوين الكيماوى والقيمة الغذائية

يعطى الجدول ٢ التكوين الكيماوى والقيمة الغذائية للحم. ويلاحظ فيه إرتفاع نسبة السيلينيوم والحديد والأول يمنع تفاعلات مسرطنة والثانى مهم للنمو وصيانة الأنسجة. أما الجدول ٣ فيعطى تكوين دهن الحيتان فهو ٧٠ - ٨٠٪ دهن والباقى ماء ونسبة الـ Eicosapentaenoic acid والـ Docosahexaenoic acid مرتفعة وهى أهم الأحماض الدهنية غير المشبعة فى منع أمراض القلب.

جدول (٢): التكوين الكيماوى للحم الحيتان فى كل ١٠٠ جم لحم.

المكون		المتوسط	المكون		المتوسط
بروتين	جم	٢٥,٠	حديد	مجم	٥١,٩
دهن	جم	١,٠	قصدير	مجم	٦,٧
كربوايدرات	جم	٠,٥	نحاس	مجم	٠,١٤
صوديوم	مجم	٣٣٠,٠	سيلينيوم	مجم	٠,١٩
بوتاسيوم	مجم	١٦٣٠,٠	ثيامين	ميكروجرام	٢٠٠,٠
كالسيوم	مجم	١٠,٠	ريبوفلافين	ميكروجرام	٣٠٠,٠
مغنسيوم	مجم	١١٠,٠	فيتامين أ	ميكروجرام	١٠٠,٠
فوسفور	مجم	٩٣٠,٠	حمض اسكوربيك	ميكروجرام	١,٠

كل المعلومات عن الحوت القائد ماعدا الأربعة الأخيرة عن نارهويل narwhale.

جدول (٣): تكوين الدهن في الحوت القائد ذى الزعانف الطويلة.

المكون	أحماض دهنية (٪)
أحماض دهنية مشبعة	١٦,٣٤
أحماض دهنية وحيدة عدم التشبع	٦٠,٤٥
أحماض دهنية غير مشبعة (عديدة)	١٦,٩٠
أحماض دهنية غير مشبعة	
حمض Eicosapentaenoic acid	١,٢٠
حمض Docosahexaenoic acid	٥,٤١

الأخطار الكيماوية من الكائنات الدقيقة

بدون شك أن لحم الحيتان يحتوى على كميات من المعادن الثقيلة مثل الزئبق والكادميوم. والدهن يمكن أن يكون مشابا بكثير من مبيدات الحشائش والحشرات والفينولات الثنائية عديدة الكلور polychlorinated biphenols.

والجدول ٤ يعطى نسب الزئبق في الحوت القائد ذى الزعانف الطويلة.

جدول (٤): نسب الزئبق في الحوت القائد ذى الزعانف الطويلة

المكون	المتوسط (مجم/كجم)
لحم	٢,١
كلوة	٤,٦
الكبد	٣٧,٥
الدهن	٠,٦٩

وقد اظهرت التحاليل ان الزئبق والكادميوم قد حصلت أو فاقت المستويات الحرجة للتسمم في الإنسان في سكان جزر فارو.

أما بالنسبة للـ د.د.ت والفينولات الثنائية عديدة الكلور (ف.ثنا.ع.ك)

polychlorinated biphenols (PCB)

فإن نسب هذه المواد كانت أعلا مايسمح به الكودكس Codex في الدهن ولكن في اللحم كانت عادية (جدول ٥).

جدول (٥): المحتوى من الدهن ومن المواد الكلورونية في اللحم والدهن.

الدهن	د.د.ت	ف.ثنا.ع.ك
الحوت٪ blubber	مجم / كجم	
الدهن		
٧٩,٢٨	٨,٤٧	١٥,١٧
٦٩,٧٩	٢٩,٣٢	٣٩,٩٠
المجموع ٧٤,٥٩	١٨,٧٨	٢٧,٤٠
اللحم		
الدهن		
٥,٤٠	٠,٤١	٠,٢٨
٠,٥٤	٠,٥١	٠,٤٣
المجموع ٣,٠٧	٠,٢٨	٠,٦٨

د.د.ت = ثنائي الكلور ثنائي الفينايل ثلاثي كلورو ايثان

ف.ثنا.ع.ك. = فينولات ثنائية عديدة الكلور

وعادة فإن الإناث البالغة كانت أقل في هذه الشوائب من البالغين من الذكور.

وتستخدم الأحشاء الداخلية في الصيد وبقية الأجزاء في السماد.

(Macrae)

حاج

حاجات سعرية
caloric requirements

حاجات غذائية
nutritional requirements

أنظر: حمى : حمية ، أم

حاجات يومية daily requirements

معظم المغذيات ليس من الضرورى تناولها يومياً ولو حتى أسبوعياً طالما أمكن تعويض ذلك فيمابعد. والقيم المرجع لاتبين عند أى المستويات يبتدىء ظهور الآثار السامة وهى تعمل فروضاً عن القيمة الغذائية والقيمة البيولوجية أو الإتاحة فى الجسم وتفترض أن مغذيات أخرى هامة والطاقة يتم إستهلاكها وهى عملت لأحجام من الأجسام قياسية ومدى معين للتمارين.

والمصطلح قيمة المرجع الغذائى dietary reference value يشمل الآتى:

١ - متوسط الإحتياج المقاس estimated average requirement لمجموعة من الناس نصفها قد يحتاج إلى أكثر من متوسط الإحتياج المقاس للطاقة والبروتين والفيتامين أو المعدن وأن النصف الآخر يحتاج إلى أقل من ذلك.

٢- تناول المغذى المرجع بنسبة أقل وهو كمية من المغذى كافية لبضع من الناس فى مجموعة لها متطلبات أقل.

٣- تناول مغذ كمرجع هى كمية من المغذى كافية أو أكثر من كافية لحوالى ٩٧٪ من الناس فى المجموعة.

٤- تناول كاف مصطلح يستخدم لإظهار التبادل أو مدى من التبادلات لمغذ معين لم يتم تقدير تناول مغذ معين أو متوسط الإحتياج المقاس أو تناول المغذى المرجع بنسبة أقل. وهى كمية تكاد تكون كافية لكل واحد ولكنها ليست كبيرة بدرجة تسبب آثاراً غير مرغوب فيها. (Macrae)

الإحتياجات الغذائية

توصل إلى الاحتياجات الغذائية المرافقة بالنسبة للأشخاص فى صحة جيدة.

والجدول يعطى الكميات الموصى بها للرجال والنساء أعمار ١٩، ٤٢، ٥٥ سنة لكل من هيئة الصحة العالمية/هيئة الأغذية والزراعة والولايات المتحدة وكندا وأستراليا والأرقام الخاصة بهيئة الصحة العالمية/ هيئة الأغذية والزراعة يمكن أن توصف بأرقام عملية تصلح لجمهور الناس فى البلاد المتقدمة وفى الطريق إلى التقدم والأرقام الأخرى الخاصة بالولايات المتحدة وكندا وأستراليا تقابل إحتياجات كل الأشخاص فى صحة جيدة فى المجموعة.

وقد بنيت هذه الأرقام على عدة أمور منها: ١- تحليل محتوى المغذى فى غذاء مجموعة من الناس فى صحة جيدة. ٢- تجارب على مجاميع تتضمن نقص مغذ معين ثم زيادة هذا المغذى إلى الحد المطلوب. ٣- دراسات تتطلب تغذية مجموعة من الناس مغذ معين وتحليل الفقد من

الجسم لهذا المغذى لمدد قد تتراوح مابين ٤ - ٢٨ يوماً ويقلل مقدار المغذى حتى يصل إلى توازن سالب ويحدد التوازن الذى يكون فيه المغذى لازائداً ولا ناقصاً. ٤- إستخدام مشابهات ثابتة حتى يمكن عمل تقديرات عن كمية المغذى المطلوب. ٥-تقدير الكميات اللازمة للنمو ولصيانة الجسم وتعويض الفقد فى الجلد والبول والبراز فإن هذه الكميات تصلح لأن تعتبر متطلبات غذائية. ٦- يمكن عمل تقدير للمتاح من الحيوانات وإستخدامها فى عمل تقديرات للإنسان.

هذا عن الأرقام التى فى الجدول أما عن العجزة أو الذين يزيدون عن ٥٠ سنة فإن هناك نقصاً حيث أن كثيراً من المغذيات يتغير طلبها بعد هذا السن لأسباب وراثية ولحالة الجسم خلال الحياة وللضغوط البيئية والصحية بينما ينقص عدد آخر من المغذيات نظراً لقلة الطاقة المستخدمة ونقص الكفاءة الأيضية وفقد كلى فى التغذية وكلا العاملين قد يلغيان بعضهما. كما يؤثر الحمل والرضاعة على متطلبات الغذاء.

(Macrae)

الكميات المسموح بها.

المغذى		ه.ص.ع		الولايات المتحدة		كندا		استراليا	
		رجل	امرأة	رجل	امرأة	رجل	امرأة	رجل	امرأة
١٩ سنة									
طاقة	سعر	٢٨٧٠	٢٥٥٠	٢٩٠٠	٢٥٠٠	٣٠٠٠	٢١٠٠	٢٨٠٠	٢٠٠٠
بروتين	جم	٥٣	٤٥	٥٨	٤٦	٦١	٥٠	٧٠	٥٨
كالسيوم	مجم	٥٠٠-٦٠٠	٥٠٠-٦٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠	٨٠٠	٧٠٠	٤٠٠-٨٠٠	٤٠٠-٨٠٠
فوسفور	مجم			١٢٠٠	١٢٠٠	١٠٠٠	٨٥٠		
حديد	مجم	٥-٩	١٤-٢٨	١٠	١٥	٩	١٣	١٠	١٢
يود	ميكروجرام	١٥٠		١٥٠	١٥٠	١٦٠	١٦٠	١٥٠	١٢٠
قصدير	مجم			١٥	١٢	١٢	٩	١٢-١٦	١٢-١٦
نحاس	مجم			١,٥-٣	١,٥-٣				
فيتامين ج	مجم	٣٠	٣٠	٦٠	٦٠	٤٠	٣٠	٣٠	٣٠
فيتامين أ	ميكروجرام*	٦٠٠	٥٠٠	١٠٠٠	٨٠٠	١٠٠٠	٨٠٠٠	٧٥٠	٧٥٠
فيتامين د	ميكروجرام	٢,٥	٢,٥	١٠	١٠	٢,٥	٢,٥		
فيتامين ئى	مجم			١٠	٨	١٠	٧		
ثيامين	مجم	١,٢	١,٢	١,٥	١,١	١,٢	٠,٨	١,١	٠,٨
ريبوفلافين	مجم	١,٨	١,٨	١,٨	١,٣	١,٥	١,١	١,٤	١
حمض نيكوتينيك	مجم	٢٠,٣	٢٠,٣	٢٠	١٥	٢٢	١٥	١٨	١٣
بيريدكسين	مجم			٢	١,٦			١,٣-١,٩	٠,٩-١,٤
فولات	ميكروجرام	٢٠٠	٢٠٠	٢٠٠	١٨٠	٢١٠	١٨٠	٢٢٠	٢٠٠
فيتامين ب$_{١٢}$	ميكروجرام	٢	٢	٢	٢	٢	١	١	٢
فيتامين ك	ميكروجرام			٧٠	٦٠				

* = مكافىء ريتينول

تابع: الكميات المسموح بها.

المغذي		هـ.ص.ع		الولايات المتحدة		كندا		استراليا	
		رجل	امرأة	رجل	امرأة	رجل	امرأة	رجل	امرأة
٤٢ سنة									
طاقة	سعر	٢٧٠٠	٢٥٠٠	٢٩٠٠	٢٢٠٠	٢٧٠٠	١٩٠٠	٢٤٧٠	١٨٥
بروتين	جم	٥٣	٤٥	٦٣	٥٠	٦٤	٥١	٧٠	٥٨
كالسيوم	مجم	٥٠٠-٤٠٠	٥٠٠-٤٠٠	٨٠٠	٨٠٠	٨٠٠	٧٠٠	٨٠٠-٤٠٠	٨٠٠-٤٠٠
فوسفور	مجم			٨٠٠	٨٠٠	١٠٠٠	٨٥٠		
حديد	مجم	٢٨-١٤		١٠	١٥	٩	١٣	١٠	١٢
يود	ميكروجرام	١٥٠		١٥٠	١٥٠	١٦٠	١٦٠	١٥٠	١٢٠
قصدير	مجم			١٥	١٢	١٢	٩	١٦-١٢	١٦-١٢
نحاس	مجم			٣-١,٥	٣-١,٥				
فيتامين ج	مجم	٣٠	٣٠	٦٠	٦٠	٤٠	٣٠	٣٠	٣٠
فيتامين أ	ميكروجرام*	٦٠٠	٥٠٠	١٠٠٠	٨٠٠	١٠٠٠	٨٠٠	٧٥٠	٧٥٠
فيتامين د	ميكروجرام	٢,٥		٥	٥	٢,٥	٢,٥		
فيتامين ئي	مجم			١٠	٨	٩	٦		
ثيامين	مجم	١,٢	٠,٩		١,١	١,١	٠,٨	١	٠,٧
ريبوفلافين	مجم	١,٨	١,٣	١,٧	١,٣	١,٤	١	١,٢	٠,٩
حمض نيكوتينيك	مجم	١٩,٨	١٤,٥	١٩	١٥	١٩	١٤	١٦	١٢
بيريدكسين	مجم			٢	١,٦	١,٩-١,٣	١,٤-٠,٩		
فولات	ميكروجرام	٢٠٠	٢٠٠	٢٠٠	١٨٠	٢٣٠	١٨٥	٢٠٠	٢٠٠
فيتامين ب١٢	ميكروجرام	٢		٢	٢	١	١٠		٣
فيتامين ك	ميكروجرام			٨٠	٦٥				
٥٥ سنة									
طاقة	سعر	٢٧٠٠	٢٥٠٠	٢٣٠٠	١٩٠٠	٢٣٠٠	١٨٠٠	٢١٠٠	١٥٢٠
بروتين	جم	٥٣	٤٥	٥٠	٥٠	٦٣	٥٤	٧٠	٥٨
كالسيوم	مجم	٥٠٠-٤٠٠	٥٠٠-٤٠٠	٨٠٠	٨٠٠	٨٠٠	٨٠٠	٨٠٠-٤٠٠	٨٠٠-٤٠٠
فوسفور	مجم			٨٠٠	٨٠٠	١٠٠٠	٨٥٠		
حديد	مجم	٢٨-١٤		١٠	١٠	٩	٨	١٠	١٠
يود	ميكروجرام	١٥٠		١٥٠	١٥٠	١٦٠	١٦٠	١٥٠	١٢٠
قصدير	مجم			١٢	١٢	١٢	٩	١٦-١٢	١٦-١٢
نحاس	مجم			٣-١,٥	٣-١,٥				
فيتامين ج	مجم	٣٠	٣٠	٦٠	٦٠	٤٠	٣٠	٣٠	٣٠
فيتامين أ	ميكروجرام*	٦٠٠	٥٠٠	٨٠٠	٨٠٠	١٠٠٠	٨٠٠	٧٥٠	٧٥٠
فيتامين د	ميكروجرام	٢,٥		٥	٥	٥	٥		
فيتامين ئي	مجم			٨	٨	٧	٦		
ثيامين	مجم	١,٢	٠,٩	١	١	٠,٩	٠,٨	٠,٨	٠,٦
ريبوفلافين	مجم	١,٨	١,٣	١,٢	١,٢	١,٢	١	١	٠,٨
حمض نيكوتينيك	مجم	١٩,٨	١٤,٥	١٣	١٣	١٦	١٤	١٤	١٠
بيريدكسين	مجم			١,٦	١,٦			١,٥-١,٠	١,١-٠,٨
فولات	ميكروجرام	٢٠٠	٢٠٠	١٨٠	١٨٠	٢٣٠	١٩٥	٢٠٠	٢٠٠
فيتامين ب١٢	ميكروجرام	٢	٢	٢	٢	١	١	٢	٢
فيتامين ك	ميكروجرام			٦٥	٦٥				

حار

الحوارى **white flour**

أنظر: دقيق

محارة/صدفة **shell**

١- أى تركيب صلب يحيط حيواناً مثل أى حيوانات صدفية.

٢- القشرة الخارجية الصلبة والهشة للبيضة.

٣- القشرة الخارجية لفاكهة أو بذرة أو من النقل.

محارة **oyster**

أنظر: قشريات

محور **axis**

خط يدور حوله جسم ما أو يفترض أنه يدور حوله

تحوير/تعديل **modification**

هى عملية جعل شىء مختلفاً فى الشكل أو الشخصية أو ماينتج عن هذه العملية.

حاز

الحيز العلوى **head space**

أنظر: تعليب

حاض

حوض **vat**

وعاء كبير يحتفظ فيه بالسوائل.

حوض/مجرى **trough**

قابلة طويلة وضيقة ومفتوحة لنقل سائل أو لحفظ الغذاء أو الماء للحيوانات.

حال

حول **convert**

يتغير إلى حالة أخرى أو شكل آخر أو مادة أخرى.

سكر محول **converted/inverted sugar**

شراب السكر المحول **invert syrup**

أنظر: سكر: جلوكوز

تحول ضوئى تلقائى **mutarotation**

هو تحول anomer إلى آخر ويمكن أن يشرح قطبياً بتحول الفا α أو بيتا-د-جلوكوز. فالبيتا-د-جلوكوز β-D-glucose فى محلول له تحول على محوره rotation قدره [ألفا]-د-جلوكوز + ١٨,٧° $[\alpha]_D + 18.7^\circ$ والتى تزداد فى بضع ساعات إلى +٥٣° ألفا-د-جلوكوز له تحول ضوئى تلقائى قدره $[\alpha]_D$ +١١٢° $+112^\circ$ $[\alpha]_D$ والذى ينقص إلى +٥٣°. والتوازن يحدث عند تركيزات ٣٦,٢ الفا-د-جلوكوز α-D-glucose، ٦٣,٨ بيتا-د-جلوكوز β-D-glucose. والحمض والقاعدة

يعملان كحافزين زيزيدان من التحول الضوئي التلقائي.

(Macrae)

annals **حوليات**

تسجيل لحوادث بترتيبها التاريخي سنة بسنة أو دورية منشورة للإكتشافات.

حوى

container **حاوية**

شيء يحتوى

content **محتوى**

شيء يحتويه شيء آخر مثل محتويات صندوق ما.

حاد

diffraction **حيود**

تحويل لأشعة الضوء عندما تمنع بأى مانع أو بمرورها قرب أحرف فتحة وعادة مصحوبة بضوء أو ظلمة أو بألوان من حزم نتيجة التدخل.

حاف

flange **حافة/شفة**

أنظر: تعليب

external rim **حافة خارجية**

يتعلق بالخارج.

حَيِى

life **حياة**

شكل الوجود الذى يميز الحيوان والنبات عن المواد غير العضوية والكائنات الميتة وتتميز بالأيض والنمو والتكاثر والإثارة وغير ذلك.

vitality **حيوية**

ضرورى للوجود أو الإستمرار.

inanition **لاحيوية/ضرر**

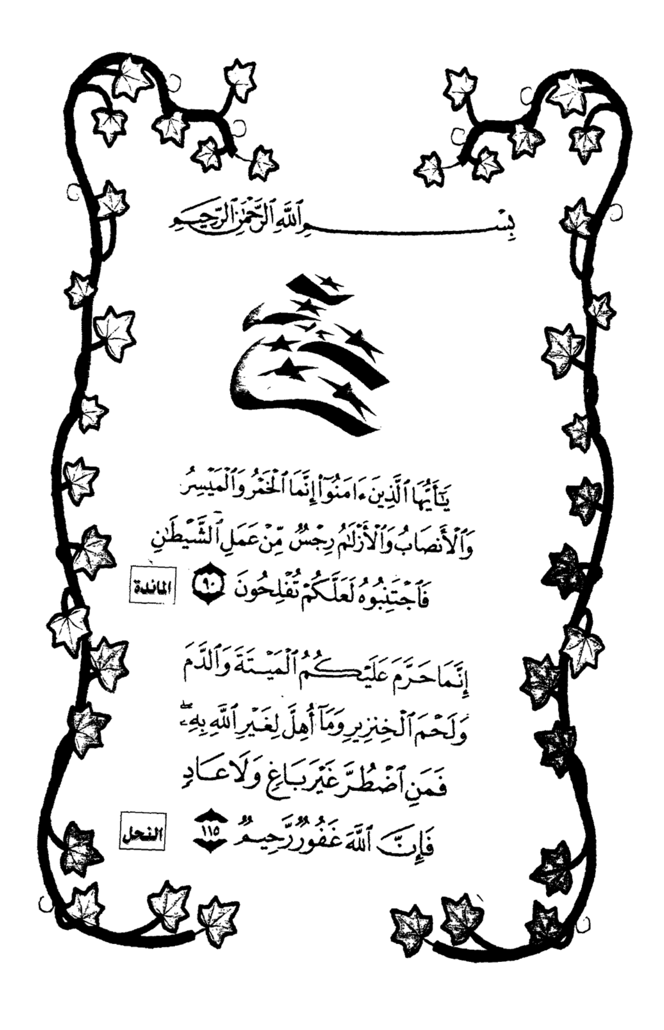
تعب شديد بسبب نقص التغذية أو عدم التمكن من تمثيل الغذاء.

aerobiosis **حيهوائية**

يعيش فى وجود الهواء. (عثمان)

animal **حيوان/بهيمة**

كائن حساس يستطيع التحرك والإحساس ويختلف عن النبات.


بِسۡمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحۡمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ
يَٰٓأَيُّهَا ٱلَّذِينَ ءَامَنُوٓاْ إِنَّمَا ٱلۡخَمۡرُ وَٱلۡمَيۡسِرُ
وَٱلۡأَنصَابُ وَٱلۡأَزۡلَٰمُ رِجۡسٞ مِّنۡ عَمَلِ ٱلشَّيۡطَٰنِ
فَٱجۡتَنِبُوهُ لَعَلَّكُمۡ تُفۡلِحُونَ ٩٠
المائدة
إِنَّمَا حَرَّمَ عَلَيۡكُمُ ٱلۡمَيۡتَةَ وَٱلدَّمَ
وَلَحۡمَ ٱلۡخِنزِيرِ وَمَآ أُهِلَّ لِغَيۡرِ ٱللَّهِ بِهِۦۖ
فَمَنِ ٱضۡطُرَّ غَيۡرَ بَاغٖ وَلَا عَادٖ
فَإِنَّ ٱللَّهَ غَفُورٞ رَّحِيمٞ ١١٥
النحل

خارصين / زنك zinc

الخارصين صلب فضى مع لمعان أزرق وينطفئ هذا اللمعان بسرعة فى الهواء ويمكنه أن يتفاعل مع الأكسجين والكبريت والفسفور والهالوجينات عند التسخين مع حوض النيتريك فإنه ينتج عدة أكسيدات للنيتروجين وهو مع القلوى يكون $[\text{خ (أ يد)}_{٤}]^{٢-}$ وهو ثنائى التكافؤ وهو يكون مركبات ثابتة ولا يوجد حرا فى الطبيعة. ويمكن لأيون الخارصين أن يخلب بعدد من الخوالب بعضها يوجد فى الأغذية مثل الفيتات وهذا يؤثر على الإتاحة البيولوجية للخارصين ويمكن للخارصين أن يكون مركبات تساهمية مثل:

$[\text{خ (ن يد}_{٣}\text{)}_{٢}]^{٢+}$ ، $[\text{خ (ك ن)}_{٤}]^{٢-}$ ، $[\text{خ (أ يد)}_{٤}]^{٢-}$

والجدول ١ يعطى بعض الخواص الطبيعية للخارصين.

جدول (١): خواص الخارصين الطبيعية

الخاصية	القيمة
العدد الذرى	٣٠
المشابهات الطبيعية	٦٤ (٤٨,٨٩٪) ،
	٦٦ (٢٧,٨١٪)
الوزن الذرى والوفرة/الغزارة	٦٨ (١٨,٥٧٪) ،
	٦٧ (٤,١١٪) ،
	٧٠ (٠,٦٢٪)
الوزن الذرى	٦٥,٣٨
السلبية الكهربية electronegativity	١,٦
درجة حرارة الانصهار (°م)	٤١٩,٥
درجة حرارة الغليان (°م)	٩,٧
Δج$_{\text{انصهار}}$ (كيلوجول/مول)	٧,٢٨
Δج$_{\text{بخار}}$ (كيلوجول/مول)	١١٤,٢
الكثافة عند ٢٥°م (جم/سم^{٣})	٧,١٤
المقاومة الكهربية عند ٢٠°م (ميكرو Ω سم)	٥.٨

وجود الخارصين

يوجد الخارصين فى كل المياه والتربة الطبيعية وفى الجو فهو يوجد بتركيز ٧٦ جزء فى المليون فى قشرة الأرض وفى الأرض الطبيعية يوجد بنسبة ٥٠ جزء فى المليون. وهو من العناصر النادرة trace elementفى حياة النبات والحيوان فهو يوجد بدرجات مختلفة فى الأغذية. فالقشريات تحتويه مثل المحارة oysters والأعضاء الحمراء للحوم كالكبد والكلوة والنسيج العضلى للحم البقر والحمل مصادر غنية به. ولكن الدواجن ومنتجات الألبان والبيض بها نسب أقل . بينما الدهون والزيوت والحلويات والمشروبات الكحولية تعتبر فقيرة فيه. والحبوب الكاملة والنقل nuts بها تركيزات عالية منه ولكن نظرا لوجود الفيتات والألياف فإن الإتاحة البيولوجية له تنقص. فهو يوجد فى أجزاء من المليون فى اللحوم والبيض والدواجن والسمك ٣٨,٦، وفى النقل والبقول ٩,٦، وفى الحبوب ٦,١، وفى حبوب الإفطار ٦,٦، وفى منتجات الألبان ٤,٦ وفى الأطباق المشكلة والشوربة ٤,١، وفى البطاطس ٣,٨ وفى الخضراوات (ما عدا البطاطس) ٢,١، وفى الفاكهة ومنتجات الفواكه ٢,٠ وفى الزيوت والدهون والسكر والمشروبات ٠,٥ وفى النبات يتعقد الخارصين مع الفيتات والبروتين. عند نقطة تكاهر أقل من ٧,٠ مما يقلل من الإتاحة الحيوية للخارصين من المصادر النباتية.

أما فى الأنسجة الحيوانية فهو متاح أكثر فمعظم الخارصين مرتبط بالأغشية. والخارصين تحت الخلوى مرتبط ببروتينات ذائبة منها الثيونيين المعدنى metallothionein والخارصين خارج

الخلايا extracellular مرتبط بالألبيومين. ومعظم الخارصين في الدم هو في كرات الدم الحمراء متصل بأنزيم أنهيداز الكربون وكميات صغيرة متصلة بفوق أكسيد الديسميوتاز super oxide dismutase والثيونيين المعدني. وبعض الخارصين يوجد مرتبطا بأحماض أمينية منها السستين والهستيدين. وكميات صغيرة توجد متصلة ببروتينات البلازما الأخرى.

تأثير المعاملة

أثناء الطبخ ينض الخارصين leach إلى ماء الطبخ والعصائر. وفي تعليب الأغذية خاصة الأغذية البحرية فقد يزداد الخارصين نظرا لنضه من مواد التعليب. أما طحن الحبوب فيقلل من الخارصين فتسخين الأغذية على رقم ح يد قلوى ينتج عنه تكون ليسينوالانين lysinoalanine وهو عامل خلب قوى للأيونات المعدنية وقد يربط الخارصين فيقلل من إتاحته البيولوجية وتسخين الأغذية الغنية بالسكريات قد يؤدى إلى تكوين نواتج تفاعلات مايارد Maillard reactains والتي تخلب الخارصين.

الفسيولوجي

◈ امتصاص الخارصين

يمتص الخارصين في الأمعاء الصغيرة. ففي الأشخاص الأصحاء يمتص الخارصين المعلم والمتناول شفهيا من ٤٣- ٦٩٪ وفي المحاليل المائية من ٢- ٤١٪ في وجود مختلف الأغذية والوجبات. والمرور خلال الغشاء المخاطى هو انتشار بسيط (وفي الخلية فإن الخارصين له عدة احتمالات) ونظريا فإن الخارصين يجب أن يكون على هيئة ذائبة أو مرتبطا بذائب حتى يمكن امتصاصه من الأمعاء ويتأثر امتصاص الخارصين بالخلب أو الارتباط والتثبيط التنافسي وهناك عدد من المركبات قد اقترح كمشجع لامتصاص الخارصين منها الأحماض الأمينية والسكريات وحمض البيكولينيك والستريك والبروستاجلاندينات prostaglandins بينما الفيتات الألياف الغذائية تتدخل في امتصاص الخارصين وكذلك حمض الاكساليك كما أن الكالسيوم والحديد غير الهيمي قد تتدخل في امتصاصه.

◈ توزيع ونقل الخارصين

يحتوى الجسم على ٢- ٣جم خارصين وهو أعلى في الرجال وينقص مع السن. وفي الأنسجة فإنه يبلغ ٢٠- ٢٠٠ميكرو جرام/ جم ويزيد إلى ٦٠٠- ٨٠٠ ميكرو جرام/ ديسيلتر في البنكرياس والغدد والرتينا ويوجد في العضلات والهيكل العظمى بنسب ٥٧٪ ٢٩٪ على التوالي.

ويمر الخارصين خلال وحول الخلية المعوية من التجويف المعوى intestinal lumen ويدخل إلى الدوران الشعرى capillary circulation للأمعاء gut ويعود إلى المساريقى mesentenic والدوران البابى portal circulation إلى الكبد والخارصين تأخذه خلايا كبدية والباقي يذهب إلى جهاز الدوران العام systematic circulation. ولما كان الخارصين يفقد بالكلوة إذا لم يكن مرتبطا

بجزيئات كبيرة لا تترشح فإنه يدور فى حالة مرتبط فى الدوران العام. ٤٠٪ من الخارصين مرتبط تساهميا مع ألفا٢- ماكروجلوبيولين ومعظم الباقى مرتبط بتفكك loosely bound إلى البيومين السيرم وجزء صغير يخلب إلى الأحماض الأمينية والببتيدات الصغيرة فى السيرم. وحوالى ٣- ٥ مجم من الخارصين الممتص حديثا يمر خلال الدورة يوميا. وتقوم الهرمونات جلوكوكورتيكويدات glucocorticoids وجلوكاجون كاتيكولامينات glucagon catecholamines والمونوكينات monokines (انترلوكين ١ 1 interlukin ، عامل نخر الورم tumour necrosis factor) بتحوير أخذ وتحوله turnover فى الأنسجة الطرفية periphiral tissues.

ويمكن للخارصين أن يمر من الدوران الأمى إلى الجنين ومن الجنين إلى الأم وإن كان المرور إلى الجنين هو الأكثر و٧٥٪ من الخارصين فى السائل النخط amniotic fluid مرتبط بالألبيومين وميكانيزم انتقال الخارصين من البلازما إلى الغدد الثديية وداخل الغدد الثديية إلى اللبن غير معروف تماما. وينقص الخارصين مع الرضاعة وأن تركيزه فى لبن الأم يختلف من شعب إلى شعب ومن الحضر إلى البدو. ويتم إفراز الخارصين فى الشعر وفى قشر الجلد وفى العرق ولكن أهم إفراز له يحدث فى البراز من العصائر البنكرياسية والمعوية.

◈ كيمياء حيوية عند المستويات الخلوية والجزيئية

إن الأنزيم المعدنى الخاص بالخارصين هو أنزيم له احتياج خاص للخارصين كقرين أو كجزء من الأنزيم مرتبط بتركيب البروتين وفى الأحوال الأخيرة فإن أيونات الخارصين يمكن أن تعمل مع المواقع النشطة للأنزيم فى نشاطه الحفزى أو تعمل فى تهيئة conformation للبروتين وهناك بين ٣٠- ٦٠ أنزيم فى الطبيعة منها:

الدوليز (فركتوز ١، ٦ ثنائى الفوسفاتاز) ديهروجيناز الكحول، فوسفاتيز القلوى، أنهيدراز الكربون، كربوكسى ببتداز أ، كربوكسى ببتداز ب، كولاجيناز، ديهدراتاز، امينوليفيوليناز، ترانسفيراز الدى اوكسى نيوليوتيديل، بوليمراز حمض دكسى- ريبونيوكلييك (د.ا.ر.ن)، انيكناليناز، ديهدروجيناز حمض الجلوتاميك، ديهيدروجيناز اللاكتيك، ديهيدروجيناز حمض الماليك، كربوكسيلاز البيروفات، فوسفوريلاز نيوكليوسايد، ترانسكربتاز العكسى reverse transcriptase، بوليمراز I حمض الريبونيوكلييك (ح.ر.ن)، بوليمراز II (ح.ر.ن)، بوليمراز III (ح.ر.ن)، ثرموليسين، ديسميوتاز فوق أكسيد الخارصين- نحاس -zinc copper superoride dismutase.

وهذه تشمل بجانب الأنزيمات الثديية أنزيمات من نبات وبكتريا وفيروسات. ويؤدى نقص الخارصين إلى نقص التفاعلات التى تقوم بها الأنزيمات المعدنية. فمثلا التأثير على التعود للظلام والعمى الليلى أمكن التوصل إلى عمل ناقص لأيدروجيناز الكحول (أيدروجينات الربتينول) الذى يوجد فى الرتينا والمسئول عن تحويل الرينينول إلى ريتينالدهايد لإعادة توليد صبغة الرؤية- رودوبسين- فى قضبان الرتينا

ومعروف عن الخارصين أنه يثبت الريبوزومات العديدة وهذه تعمل فى تخليق البروتين وقد عرفت بروتينات "خارصين الأصابع" ويأتى الاسم من خروج جاسئ للبروتين يثبت بواسطة الخارصين. وبروتينات هذه الأصابع تنظم التعبير عن جينات معينة بجانب الكروموزومات تسمح بمقدار معين من الرمز الوراثى genetic code لأن يترجم إلى متممة رسول ح. ر. ن. ووظيفة الإنزيمات التى لا تشتمل على الخارصين قد تتأثر بنقص الخارصين بسبب نقص فى بروتين إصبع الخارصين الذى يحكم ترجمته فى الاحتياطات النووية فى المعلومات الوراثية

نقص الخارصين

فى الواحات الريفية فى إيران ومصر فإن نقص الخارصين المستوطن عزى إلى تدخل فى إتاحته بيولوجيا بواسطة نسبة استخلاص عالية وغذاء حبوبى غير منقى.

والأطفال الذين يرضعون طبيعيا فأنهم محميون من نقص الخارصين ولكن أولئك الذين يتناولون الوصفات من صبغات خاصة غير وصفات الصبغات المقواة بالحديد فإنهم يعانون من نقص الخارصين والمراهقون قد يعانوا من كفاءة الغذاء فى الخارصين المستخدم فى نمو الخلايا والتكاثر.

وقد أوصت الولايات المتحدة بالكميات الآتية: الأطفال ٥مجم، الأطفال إلى ١٠ سنوات ١٠مجم، الذكور ١١ سنة وأكبر ١٥مجم، النساء ١١ سنة وأكبر ١٢مجم، الحوامل ١٥مجم، الرضاعة فى أوائلها ١٩مجم، وفى أواخرها ١٦مجم، وأهم المصادر المحار والرنجة واللحم الأحمر البقرى واللحم الأحمر للخنزير وجبن النشادر والبقول وذبيبة قطعة لحم. (Macrae)

خبيبة steak

١- شريحة لحم عادية بقر أو سمك للشوى أو التحمير ... ألخ.

٢- لحم مفروم محضر بنفس الطريقة كخبيبة.

خبز

الخبيز baking

ليس من السهل عمل خبز بدون ماء فالماء ضرورى لتكوين الجلوتين والماء هو وسط التفاعل لكل التفاعلات التى تحدث فى الخبز ولأن هناك فروقا فى محتوى الماء بين لب الخبز وقشرة فإن تفاعلات مختلفة تحدث فى كل منهما فكمية الماء تؤثر على الخواص الانسيابية للعجين ومدى جلتنة النشا وتؤثر كمية الماء على تخزين دقيق القمح فهى يجب أن تكون أقل من ١٤٪ لمنع نمو الكائنات الدقيقة والتغيرات الكيماوية أثناء التخزين. لذا فإنه يجب الكلام عن العجين قبل الكلام عن الخبز.

العجين dough

إن محتوى الماء فى عجين رغيف خبز هو ٤٠٪ وإن أمكن مستوى الماء أقل من الأمثل فإن وقت الخلط ينقص ومع مستوى أعلا للمياه فإن وقت الخلط يزداد وحجم الرغيف يتأثر أكثر بمستوى المياه فعند مستوى ٤٥٪ فإن حجم الرغيف يكون

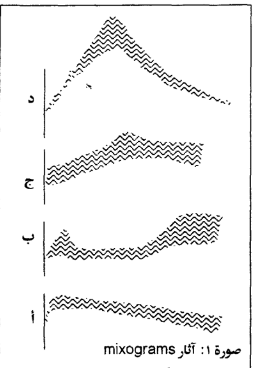
أقل أما عند حجم مياه أقرب إلى ٣٥٪ فليس هناك فرق بين عجين مخمر بالخميرة وغير مخمر بها.
وفي أثناء الخطوات التالية لعملية عمل الخبز فإن المستوى الكلي للمياه في الناتج يتغير(عجين وليس خبز وقشرة).

ويمكن تحديد كمية المياه المضافة "بامتصاص الماء" باستخدام مقياس اللزوجة الأميلوجراف (Brabender amylo farinograph) ويعرف امتصاص المياه بواسطة الدقيق بأنه كمية المياه اللازمة للوصول بالعجين إلى تلازج معين – عادة ٥٠٠ وحدة برابند Ba عند نقطة أحسن تطور وبالطبع فإن كلا من قيمة وكمية البروتين تؤثر على امتصاص الماء ويزداد مقدار امتصاص المياه مع كمية البروتين وإن اختلف الميل تبعا لصنف القمح وكذلك يؤثر مستوى تضرر النشا يؤثر على أمثل امتصاص للماء ويزداد بزيادة تضرر النشا كما أن كمية البنتوز والبيتاجلوكان تؤثر على امتصاص الماء.

إن التوصيل الكهربى ينقص حتى يصل إلى صفر عندما يصل محتوى الماء إلى ٣٥٪ وحالة الماء تذيب المكونات وهى الوسط لعمل التفاعلات الكيماوية وإذابة ك أ، إلى نقطة التشبع. ويوجد حالة ماء "حر" أخرى تفصل حالة سائلة من بقية العجين بواسطة طرد مركزى فائق ومحتوى الماء الظاهرى لحالة الجل هى ٣٤,٥٪ وحالة السائل المطلقة تتكون من ٣,٤٪ بروتين، ٠,٣ دهن، ٣,٠٪ كلوريد الصوديوم، ٧,٠ متبقى (معظمه كربوهيدرات ذائبة ٨٦,٠٪

وعلى ذلك فيعجن العجين بخلط الدقيق والماء والمضافات الأخرى وبتقدم الخلط فإن العجين يكون خواص لزوجة مطاطية visco elastic ثم فى النهاية يتكون لمعان sheen وهذه الخطوة تسمى الترويق clearing فإذ حدث أى خلط بعد ذلك فإنه يسبب للعجين فقدا فى قوته ويصبح لدناً وملتصقاً جداً عند اللمس. وإذا تم مراجعة عزم اللى torque على الدبابيس pins أو الريش blade أو ذراع الخلاط فإن الأثر trace يرتفع ويصل إلى أقصى قيمة له ثم يهبط بثبات steadily (الصورة ١).

وأمثل خبيز للخبز يحصل عليه من منطقة عند أو بعد قليل من نقطة قمة التطور.



صورة ١: آثار mixograms
يمكن استخدام أ – د ليمثل عجائن بمتطلبات مختلفة خلطت بشدة ثابتة أو عجينة خلطت بشدات مختلفة أو عجينة خلطت على شدة ثابتة ولكن تحتوى كميات متزايدة من الستئين المضاف.

شدة الخلط الحرجة وشدة الشغل
critical mixing intensity & critical work input

معاملان حرجان فى التطور الأمثل وبالتالى فى أحسن أداء وهما:

١- شدة الخلط يجب أن تكون أكبر من قيمة صغرى.

٢- أن كل العمل الذى يقع على العجين يجب أن يكون أعلى من قيمة معينة.

وكلا العاملين يختلف باختلاف الدقيق المستعمل. ونسبة من كل من الطاقة المستهلكة بواسطة موتور الخلاط تستخدم فى شغل ميكانيكى على العجين وهذا يسمى "الكفاءة الميكانيكية" والجزء المستخدم فى التطور الميكانيكى للعجين يعرف باسم "الكفاءة الخلطية" للخلاط.

ومتطلبات الخلط للدقيق تختلف كثيرا والصورة (١) تبين السلوك الخلطى لأربعة أنواع من الدقيق خلطت على سرعة ثابتة ومتوسطة. فالدقيق . أ . له متطلبات خلط عالية ومعدل الخلط المستخدم غير كاف لتطور العجين، على ذلك فالعجين يخفق فى اختبار الخبيز. والدقيق . ب . هو دقيق قوى متوسط moderately strong يتطور عند سرعة الخلط هذه بالرغم من أن هناك .فترة حث أصلية قبل أن يبتدئ العجين فى التأثير على لى العزم. والدقيق . ج . متوسط القوة والدقيق . د . ضعيف ويتطور بسرعة. ويمكن استخدام الصورة (١) لبيان تأثير تغيير شدة الخلط (أى سرعة الخلط) على منحنى الخلط فى عجين ما. فعند سرعة بطيئة فالعجين لا يتطور (آثار . أ . trace A) وعند زيادة سرعة العجين فإنه يتطور بعد فترة تخلف (آثار ب) وبعد ذلك يتطور بسهولة. (آثار ج، د) مع زيادة السرعة ومع اعتبرا أن كمية الشغل التى توجه إلى العجين فوق مستوى معين (تتناظر مع نقطة على قمة آثار أو بعدها بقليل) فإن حجم الرغيف المخبوز يزيد إلى سرعة خلط حرجة فوقها نبسط plateaus.

ولكل عجين توجد سرعة خلط حرجة (قد تختلف باختلاف الخلاط) تحتها فإن تناول العجين وخواص الرغيف المخبوز تكون غير مرضية. وبالجانب فإنه من الضرورى أن يعطى العجين أقل قدر ممكن من الشغل work من أجل أن نصل به إلى حالة التطور المثلى. فإذا كانت سرعة الخلط أو الشغل أقل من القيم الحرجة فإن نتائج الخبيز تكون غير مرضية. ونتائج الخبيز لا تتأثر بتجاوز هذه القيم الحرجة عنها فيما لو أن هذه القيم لم يتم الوصول إليها وتنحدر خواص تناول العجين والعجائن فتصبح ملتصقة، فالدقيق الضعيف يكون حساسا أكثر لزيادة الخلط.

تطور الرغيف المنشط
activated dough development

ولأن بعض أنواع الدقيق لها متطلبات خلط طويلة أو لها سرعات خلط حرجة تفوق قدرة خلاطات العجين فإن طرقا قد قدرت للتغلب على هذا. بإحدى هذه الطرق يتضمن إضافة مواد مختزلة خاصة ميتا ثنائى سلفايت الصوديوم sodium metabisulfate و يـد-ل-هيدروكلوريد السستئين إلى العجين فالسستنين يقلل مستوى الطاقة المطلوب الحصول على قمة تطور العجين وأيضا سرعة الخلط الحرجة اللازمة لإنتاج رغيف ذى حجم مرضى. فمثلا فى الصورة (١) عندما يزيد

من كمية السستئين المضاف فإن طبيعة منحنى الخلط يختلف من أ – د وكذلك فإن السستئين يزيد ولو بقلة معدل الطاقة عند سرعة خلط معينة ويزيد من احتمال tolerance تحت الخلط أى أنه يعمل على إنتاج خبز مرض بطاقات أقل من تلك المطلوبة للحصول على قمة تطور العجين. ويجب مراعاة أن هناك أمثل مستوى إضافة السستئين وأن أى إضافة أعلى من ذلك تسبب فقدا فى خواص الرغيف.

وقد تم على أساس "الأطوار الثلاثة فى خبيز الخبز "three-phase concept of bread baking" واستخدام ثلاثة أسس: خلط العجين، مد العجين dough stretching (الحمل – امتداد -load extension) ومقاييس اللزوجة على معلقات دقيق منظم buttered على درجات حرارة عالية.

اختبارات الخلط mixing tests

إن الجهازين الأكثر استخداما همـا: مقياس تكون وثبات وتلازج العجين farinograph وخلاط مسجل العجين القومى National Recording Dough Mixer (mixagraph). (Macrae)

أنظر: تقدير جودة الحبوب

اختبارات حمل-امتداد load-extension tests

أنظر: تقدير جودة الحبوب

اختبارات اللزوجة viscosity measurement

أنظر: تقدير جودة الحبوب

عمل الخبز

العجين يتم عمله بواسطة الخميرة (تخمر الرغيف panary fermentation تخمر الحجم bulk or fermentation) مما يسمح للعجين المضاف إليه خميرة أن يختمر لمدة تسمح للسكر بأن تتحول إلى ثانى أكسيد كربون بواسطة الخميرة والعجين "ينضج" أى يكون خواصا مطاطية ضرورية لإمكان قولبته إلى الشكل المناسب وأن يحتفظ بالغاز خلال بقية عملية الخبيز.

عملية العجن الرئيسية
straight dough process

يخلط الدقيق مع الدهن والكمية المطلوبة من الماء (عادة ٥٥ – ٧٥٪ من وزن العجين) وتعدل لدرجة الحرارة المطلوبة اللازمة لإعطاء العجين درجة حرارة ٢٧°م. وتخلط الخميرة والملح وحدهما فى بعض الماء ثم يضاف الناتج إلى دقيق مخلوط والدهن وتخلط وتعجن حتى الحصول على عجين "رائق" (أى يظهر كمتجانس) وبعد الخلط يوضع العجين جانبا على درجة حرارة قريبة من ٢٧°م ليختمر.

وكميات الخميرة والملح المستخدمة تختلف باختلاف مدة التخمر المقصودة فالعملية ٣ ساعات يستخدم ١٪ خميرة، ٢٪ ملح- على أساس وزن الدقيق- ولعمليات أطول فإن كمية الخميرة تقلل وكمية الملح تزداد. و ٣/٢ – ٤/٣ الوقت بين عمل العجين والوزن النهائى فإن العجين يتم ضربه knocked- back أى يعطى خلط قصير حتى يمكن أن يتم التخمر بنشاط أو إنتاج الغاز بجلب الخميرة مع سكر مضاف حديثا أو / وإزالة غاز

وللحصول على درجة حرارة واحدة خلال العجين. ثم يعاد وضع العجين جانبا لفترة التخمر ثم يتم تقسيمه إلى أجزاء بالوزن المرغوب ثم يشكل تشكيلا تقريبيا ثم يوضع جانبا ليرتاح (التصميد الأول first proofing) لمدة ١٠ - ١٥ دقيقة عند ٢٧°م أيضا.

وعند نهاية هذه المدة فإن قطع العجين تشكل إلى الشكل المرغوب وتوضع فى علب أو على صينية الخبيز للتصميد النهائى final proof على درجة حرارة أعلا قليلا ٤٣°م ونسبة رطوبة عالية ٤٥ - ٦٠ دقيقة قبل خبزه على درجة حرارة حوالى ٢٣٥°م لمدة ٣٠- ٤٠ دقيقة متوقفا على حجم الرغيف.

عملية الإسفنج والعجين

sponger dough process

فى هذه العملية يتم خلط جزء من الدقيق مع الخميرة وجزء من الملح وكمية من الماء تكفى لإعطاء عجين طرى (رخو slack) (تعرف باسم الإسفنج sponge) وهذا الإسفنج يسمح له بالتخمر لمدة (١ ساعة إلى طول الليل) قبل إعادة خلط بقية الدقيق والملح والماء لإعطاء العجين النهائى الذى يسمح له بالتخمر قبل الوزن والتصميد الأولى والنهائى ثم الخبيز.

عجائن سريعة **no-time doughs**

فى حالات طارئة يمكن عمل رغيف بدون تخمر حجم bulk fermentation باستخدام درجات حرارة أعلا (بين ٣٠- ٣٢°م) وكمية من الخميرة أكثر من المعتاد حوالى ٢,٥٪ على أساس الدقيق ويخلط العجين ويوزن بعد الخلط مباشرة ويعطى فترة تخمير أولى ونهائى أطول. والرغيف الناتج يكون خشنا وله لب خبز قاس harsh وهو يأجن بسرعة.

خبز الصودا **soda bread**

هذه طريقة أيرلندية وتعتمد على استخدام بيكربونات الصوديوم واللبن الرائب لإنتاج الغاز وهى تتطلب خلط لمدة أطول وكذلك العجن ويتبع ذلك فترة قصيرة قبل الخبيز.

طريقة حقن الغاز

gas-injection processes

كثير من الطرق استخدمت فى فترات مختلفة حيث يحقن غاز ثانى أكسيد الكربون فى العجين والعجين يقسم مباشرة ويشكل ويخبز. وهذه الطرق تصلح لعمل منتجات صغيرة مثل اللفة rolls وخبز الهامبورجر والفرانكفورتر bun-rolls أكثر من رغيف الخبز.

تطور العجين ميكانيكيا

mechanical dough development

التطور الميكانيكى هو اصطلاح استخدم ليصف إدخال كميات كبيرة وشغل منضبط فى خلط العجين بحيث يعطى عجينا له خواص فيزيقية شبيهة لتلك التى يحصل عليها من ساعات من التخمر بالحجم فى الطريقة التقليدية وبذا تصبح صالحة للتشكيل والتصميد النهائى.

عملية كورلى وود للخبز
Korley Wood bread process

تضمن استخدام ١١ وات ٠ ساعة (٤٠ كيلو جول) من الشغل تقاس كهربيا لكل كيلو جرام من العجين مع إضافة محسنات مؤكسدة سريعة المفعول أيودات البوتاسيوم والآن إما ٧٥٪ مجم/ كجم حمض اسكوربيك أو كمية مماثلة من الأزوداى كاربوناميد azodi-carbonaide وكمية صغيرة ٠,٧٪ من وزن الدقيق من دهن يذوب على درجة حرارة عالية. ولنجاح العملية يجب أن تكون الإضافة فى مدة أقل من ٥ دقائق ويستحسن فى مدة ٢- ٣ دقائق أى أن العملية تحتاج إلى خلاط ذو قوة عالية.

والخلاطات التجارية موجودة الآن وبها ضوابط آلية إلكترونية وتصلح لخلطات من ٣٠- ١٥٠ كجم من الدقيق. وفى المخابز الكبيرة فإن هذه الخلاطات يمكن أن تلحق بمغذيات آلية وآلات لوزن الدقيق والماء والمكونات الأخرى بحيث أن خلاطات العجين تنتج كل من ٣- ٥ دقائق مما يعطيها شبه تغذية مستمرة للقواديس منتجة تغذية مستمرة للوزن والتشكيل والتصميد النهائى والخبيز والتبريد وحيث يحتاج الأمر إلى التقطيع واللف.

تطور العجين المنشط
activated dough development

هذه طريقة بدلا ن تطور العجين ميكانيكيا حيث لا يوجد خلاطات ميكانيكية قوية وهى مبنية على أساس عامل مختزل سريع المفعول مثل السستئين ومؤكسد بطئ المفعول مثل البرومات أو حمض الأسكوربيك. ويتم خلط العجين فى خلاط تقليدى والعمليات التالية تتم كما فى تطور العجين ميكانيكيا والظاهر أن العامل المختزل يكسر الروابط المتكونة فى الجلوتين أساسا عند إضافة الماء إلى الدقيق، الخلط يوزع الجلوتين خلال العجين وعامل التأكسد البطيء يسبب إعادة تكون الروابط فى تركيب الجلوتين لتكون شبكة مطاطة ثلاثية الأبعاد مثل التى يحصل عليها من خلال تخمر الرغيف فى الطريقة التقليدية. ويضاف عادة ٣٥ مجم هيدروكلوريد السستنين (تكافئ ٢٧ مجم السستنين) لكل كجم من الدقيق و٢٠ مجم حمض الأسكوربيك لكل كجم دقيق.

الخبيز (بالميكروواف) بالموجات القصيرة
microwave baking

فى هذه الطريقة يمكن اختصار الوقت كما يمكن استخدام دقيق عالى الألفا أميلاز أو منخفض جدا فى البروتين. ونظرا لقصر وقت الخبيز عادة ١٠ دقائق (٨٠٠ جرام رغيف) ولأن الحرارة تولد داخليا – بدلا من انتقال الحرارة خلال تطور العجين – فإن الاحتفاظ بالغاز يصبح أقل اعتمادا على قوة وكمية الجلوتين وعلى طول الزمن فى مدى درجات الحرارة الحرجة ويصبح غير كاف لإنتاج كميات غير مقبولة من الدكسترين بواسطة الأميلاز ولا تنضج قشرة crust فى هذه الحالة ولكن الموجات القصيرة والحرارة المشعة يمكنهما إنتاج أرغفة مقبولة من دقيق ٧,٥٪ بروتين.

الرغيف

غذاء من أى حجم أو شكل يعرف عادة باسم الرغيف ويتكون من عجين مصنوع من دقيق وماء

مع أو بدون مكونات أخرى، ويتم تخميره بالخميرة أو يتم رفعه بعامل آخر ثم خبز كاملا أو جزئيا.

الدقيق flour

الدقيق بغرض عمل الخبز يعرف باسم دقيق الخباز bakers flour وأعلا قيمة تعرف باسم الباتنت patents والجودة تشير إلى الخواص الفيزيقية والكيماوية للعجين ومقدرته على إعطاء أرغفة واضحة bold مهواه ذات لون حسن ولها قوام جيد في القشرة ولب الخبز. وتتوقف جودة الخبيز على عدة عوامل ولكن أهمها كمية وجودة الجلوتين الذى يتكون عند الخلط بالماء والتى تتوقف بدورها على محتوى البروتين وتكوينه ولعى امتصاص الماء والنشاط الدياستاتى للدقيق.

وامتصاص الماء يعنى إضافة الماء للعجين مع خواص مناسبة لغرض الخبيز وعادة فإن ارتفاع نسبة امتصاص الماء يكون مرغوبا معطيا وزن عجين أعلا وبالتالى وزن رغيف أعلا لكل وزن دقيق.

ومحتوى الرطوبة يتحكم فيه محتوى رطوبة القمح مع مراعاة فقد التبخر أثناء الطحن ولكنه عادة ١٣ – ١٥٪.

ومحتوى البروتين هو عامل هام فى جودة الخبيز فعادة كلما ارتفع محتوى البروتين كلما كانت جودة الخبيز أعلا. وعند خلط الماء والدقيق ينتج الجلوتين والذى خواصه المطاطية مسئولة عن خواص التشكيل للعجين ومقدرته على الاحتفاظ بثانى أكسيد الكربون الناتج من تخمر الخميرة أثناء التصميد وإعطاء رغيف واضح الارتفاع.

والنشاط الدياستاتى distatic activity له مزاياه ومضاره فالخميرة أثناء التصميد تستخدم السكريات الموجودة فى الدقيق ولكنها تكون غير كافية وعليها أن تعتمد على إنتاج المالتوز من النشا المتاح فى العجين ولكن نشاط دياستاتى زائد أثناء الخبز قد ينتج ديكسترينات من النشا الذى يتجلتن منتجا لب خبز ملتصق التركيب فى الرغيف ويكون هناك مصاعب فى التقطيع إلى شرائح slicing.

وآخر قيمة للدقيق هى بالخبيز تحت ظروف مشابهة لاستخدام الدقيق فى الخبيز وعوامل الجودة المنبئة تتضمن تقدير الرطوبة والبروتين والنشاط الدياستاتى واللون مرتبطة باختبار انسيابى rheological لامتصاص الماء وخواص العجين الفيزيقية وتختبر الخواص الانسيابية للعجين بواسطة مقياس الامتدادية لسيمون Simon externs meter ومقياس امتصاص الماء water absorption meter ومقياس تكون وثبات وتلازج العجين لبرابندر Brabender farrinograph ومقياس الامتدادية extensi meter ومقياس الامتدادية والثبات Chopin alveograph.

الماء water

إن الماء متوسط الصعوبة يعطى عادة أمثل خواص فيزيقية، حيث الماء السهل جدا يميل إلى إعطاء عجين ملتصق. وكمية الماء المضافة المثلى تعرف "بالماء الممتص" للدقيق ودرجة حرارة الماء تضبط لإعطاء درجة الحرارة المرغوبة للعجين.

الخميرة yeast

خميرة الخباز تتضمن أنواعا من Saccharomyces cerevisiae تختار لإنتاج غاز فى العجين الذى يكون فقيرا فى المغذيات وفى حالة شبه سائلة. وتضاف الخميرة إلى محلول السكر مخفف لمدة قصيرة (٣٠ ق) قبل الاستخدام وفى المراحل الأولى للتخمر فإن السكريات الموجودة فى الدقيق تعطى الطاقة اللازمة للخميرة والذى يوفره المالتوز الناتج من النشاط الدياستاتى للخميرة.

الملح salt

إن إضافة الملح تمنع التصاق العجين ويحسن من نكهة الرغيف. وبدون إضافة الملح فإن العجين يكون صعبا فى التناول وإذا زاد الملح فإن التخمر يبطؤ ومن المهم ألا يتصل الملح بالخميرة فى أى وقت.

الدهن fat

فى الطريقة التقليدية إضافة الدهن إلى العجين لها تأثير بسيط أو لا تأثير على خواص التناول ولكنه له تأثير بسيط على طراوة لب الخبز والذى يبدو طازجا لمدة أطول. وفى الطرق الميكانيكية فإن إضافة دهن عالى درجة حرارة الانصهار (أعلا من درجة حرارة العجين أثناء التصميد) له تأثير محسن لخواص تناول العجين وهو ضرورى لرغيف مقبول الحجم ولقوام لب الخبز.

إضافة فول الصويا

فى الوصفات التقليدية فإن إضافة كميات صغيرة من دقيق فول الصويا معروف عنها أنها تحسن من لون لب الخبز وقوامه، ربما أساسا من نشاط الليبوكسيجيناز lypoxygenase.

إضافة حمض اسكوربيك أو أزو ثنائى كاربوناميد azodicarbonamide

فى العجائن التى تتطور ميكانيكيا فإن تحسنا كبيرا يحدث فى حجم الرغيف وقوام ولب الخبز من إضافة حمض الأسكوربيك أو أزو ثنائى كاربوناميد.

❖ مكونات الدقيق flour constituents

• الرطوبة: تبلغ الرطوبة ١٢,٥ – ١٥٪.

• البروتين: كمية البروتين وقيمته أى نوع القمح يؤثران على حجم الرغيف وفى العجائن المتطورة ميكانيكيا فإن ١٪ أقل من نسبة البروتين عن الطرق التقليدية تعطى أحجاما للرغيف متماثلة.

• النشا starch: أثناء فترة التخمير فى عمل الرغيف فإن النشا المتضرر ميكانيكيا والذى يمكن صبغه لـ ٣٥٪ أحمر كونجو – تعطى مادة التفاعل للأميلاز لإعطاء مالتوز الذى هو حرج للخميرة وبالتالى لإنتاج غاز خلال فترة التصميد.

وخلال الخبيز فإن حبيبات النشا تصبح مجلتنة جزئيا وبها حجمها ألفا اميلاز لإعطاء دكسترينات ملتصقة ويبتدئ التجلتن عند حوالى ٦٠°م، حيث يكون الألفا اميلاز لا زال نشطا ولكن يكون فى نفس الوقت خاضعا للمسخ بالحرارة، وعلى ذلك

فإن المحصلة تتوقف على طول الوقت الذى تستمر فيه قطع العجين بين درجات حرارة ٦٠-٨٠°م. وهذا الوقت يتوقف على معدل انتقال الحرارة إلى قطعة العجين فى الفرن أى على درجة حرارة الفرن وعلى قطعة العجين أى حجمه وشكله. وانتقال الحرارة خلال قطعة العجين بطيء فمع درجة حرارة ٩٥°م- يصل إليها بعد ٢٥ق- لرغيف ٤٥٠جم. أى أن التأثير السيئ للألفا اميلاز هو أوضح فى الرغيف الكبير عنه فى الرغيف الصغير. وباستكمال الخبيز فإن النشا سواء كان مجلتنا أم لا يكون جزءا متكاملا مع الجلوتين الممسوخ فى تركيب لب الخبز فى الرغيف الناتج ويلاحظ أن معدل التغييرات الفيزيقية فى جزء النشا خلال التخزين يلعب جزءا فى عملية الأجون.

• بنتوزانات pentosans: يحتوى الدقيق الباتنت patent على ٢- ٣٪ بنتوزانات كلية نصفها تقريبا ذائب والذى يعمل على امتصاص الماء.

• الدهون lipids: إن متوسط محتوى الدهن فى الدقيق ١- ١,٥٪ ويحدث تدهور فى الدهن نظرا للتزنخ التأكسدى خاصة إذا خزن الدقيق على رطوبة أقل من ١٢٪.

• الألفا اميلاز a- amylase: يحتوى الدقيق على كمية صغيرة من السكريات المتخمرة حوالى ٠,٥٪ وهو مستوى لا يغذى الخميرة خلال فترة التصميد ولكنه يكفى لإنتاج غاز ك أ٢ لرغيف مهوى جيدا. وأثناء التخمير ينتج الأميلاز مالتوزا من النشا المتاح (حوالى ٩- ١٠٪ نشا متصرر) وأثناء الخبيز فإن النشا يحدث جلتنة جزنية وأثنا ٢- ٣ق التى يصل فيها مركز الرغيف الى ٦٠ ٧٠°م فإن النشا المجلتن يكون عرضه للحلمأه إلى ديكسترينات بواسطة الألفا اميلاز الداخلى قبل أن يتم تثبيطه بالحرارة. (الألفا اميلاز يفقد ٥٠٪ من نشاطه عند ٧٥°م). وبالتالى فإن زيادة نشاط الألفا اميلاز ينتج عنه ديكسترينات أكثر مما يعطى لب خبز ملتصق.

ونشاط الاميلاز فى حبة القمح يزداد على الأقل ١٠٠٠ مرة خلال الإنبات وعلى ذلك فإن أى إنبات يجعل القمح غير مناسب للطحن إلى دقيق لعمل الخبز.

• البيتاأميلاز β-amylase : إن نشاط البيتاأميلاز ينتج عنه حلمأة كاملة لأميلوز النشا ومن النهاية غير المختزلة للأميلوبكتين. والبيتاأميلاز يحدث وقف تام بواسطة رابطة ٦،١ وينتج عن نشاطه على الأميلوبكتين ديكسترينات عالية الوزن الجزيئى- تسمى أحيانا أريثروديكسترينات erythrodextrins وهذه ليست لها خاصية الالتصاق وليس لها تأثيرات سيئة على الرغيف. والنشا فى حبيبات النشا غير متاح للبيتاأميلاز ويبدو أن عمله على النشا المتضرر يتم عن طريق الألفا أميلاز، ومن وجهة نظر عمل الرغيف فإن البيتاأميلاز فى الدقيق غير ناقصة بالرغم من أن مادة التفاعل (وهى النشا المتضرر أو النشا المتجلتن جزئيا) قد لا تكون كافية تماما. والبيتاأميلاز أى إنتاج المالتوز يمكن زيادته بإضافة مصدر ألفا أميلاز إما فطرى أو دقيق نتيشة.

• بروتينـــاز proteinase: إن التأثــير العـــام للبروتينات هو جعل العجين طريا لينا mellow مما يجعله أسهل فى التشكيل والشغل بزيادة امتدادية الجلوتين وبالتالى فإن زيادة البروتينازات قد تكون مفيدة مع دقيق خبيز قوى.

❖ المضافات additives

• الدهن lipids: يتحسن حجم الرغيف وقوام لب الخبز والتحبب بإضافة دهن عالى درجة الانصهار أى دهن ينصهر على درجة حرارة أعلا من التصميد فى العجائن المتطورة ميكانيكيا. وعلى الأخص فإن إطلاق ك أ٢ من الرغيف أثناء ارتفاع درجة الحرارة من ٣٨- ٨٠°م يتأخر فترة تمدد الرغيف تمتد تبعا لذلك.

• العوامل السطحية النشط surfactants: فى كلا الطريقتين التقليدية والميكانيكية فإن عوامل سطحية نشطة لها توازن أيدروفيلى- ليبوفيلى hydrophile-lipophile ما بين ٦- ١٤ تصلح كمنعمات للب الخبز وكعوامل ضد الأجون. ويمكن استخدامها فى حدود ٥٠٠٠ مجم/كجم من وزن الرغيف ومنها الجلسريدات الأحادية والثنائية للأحماض الدهنية وأملاحها لحمض اللاكتيك وحمض الستريك وحمض الخليك وطرطرات الأستياريك وأملاح الصوديوم والكالسيوم للاكتيلات-٢-ستياريديل. sodium & calcium stearoyl-2-lactylates

• الأنزيمات: enzymes

الألفا أميلاز α-amylase: إن إضافة الألفا أميلاز يضمن إنتاج مالتوز خلال فترة التصميد. ومن المزايا الجانبية فإن خواص العجين لحفظ الغاز يتحسن نظرا لتحول النشا كما تحسن لون القشرة نظرا لتفاعل ما يارد وأحيانا تتحسن النكهة. ويمكن أن تحدث الإضافة عن طريق نتيشة-شعير أو قمح- أو أميلاز فطرى أو بكتيرى وهو يحسن من نكهة الرغيف ولكن أى زيادة منه ينتج عنها لب خبز ملتصق وتقطيع صعب.

ويمكن إضافة الأميلاز كألفا أميلاز فطرى والذى هو أكثر حساسية للحرارة أما الألفا أميلاز البكتيرى فأقل حساسية عن طريق كل من المولت أو الأميلاز الفطرى ولذا فيستعمل بكميات صغيرة جداً.

بروتيناز proteinase: يضاف البروتيناز لزيادة تمدد العجين وبذا فيمكن استخدامه لطراوة العجين فى الدقيق القوى.

ليبواكسى جيناز lipoxygenase: إضافة مصدر لليبواكسى جيناز ينتج عنه تبييض لصبغات الكاروتينويدات وبذا نحصل على لب خبز أكثر بياضا ولمعانا. فيضاف دقيق فول الصويا غير معامل بنسبة ٠,٥- ١,٠٪ من الدقيق وهذا يعمل أيضا على إعطاء لب خبز أحسن وحجم رغيف أحسن ويحسن من الخواص الانسيابية للعجين.

❖ مشاكل الخبز bread problems

• الوزن والحجم: إن وزن الخبز أقل من وزن العجين نظرا للفقد فى الرطوبة أثناء الخبز ولدرجة أقل نظرا لتحويل مواد صلبة إلى كحول وثانى أكسيد الكربون أثناء التخمر. ويستمر الفقد فى

الرطوبة أثناء التخزين إلى وقت البيع وبعده. والفقد في الوزن أثناء الخبيز يكون حوالي ١١-١٢٪.

• الكائنات الدقيقة: بسبب الحموضة الخفيفة للعجين ومعاملته حراريا في الفرن فإن الخبز عندما يخرج من الفرن يكون عادة خاليا من أي كائنات حية خضرية ولو أنها قد تحتوي بعض الجراثيم spores. ولكن بالتبريد وخاصة عند التقطيع فإن الخبز يتم تلويثه بجراثيم فطر من الجو. وطبيعة لب الخبز الخضلة moist تسمح بنمو الفطر. وأحسن طريقة للمقاومة هي ترشيح للهواء والأشعة فوق البنفسجية وتنظيف مكان التقطيع. ويمكن إضافة مواد حافظة / عطان كالخل أو حمض الخليك مخفف أو ثاني خلات الصوديوم أو بروبيونات الصوديوم أو الكالسيوم.

فطر: إن أهم أنواع الفطر التي تنمو على الخبز هي *Penicillium- glaucum* وهذه لونها أزرق مخضر، *Mucor mucldo* وهذه لونها أبيض، *Aspergillus niger* وهذه لونها أسود. ولدرجة أقل *Neurospora sitophila* وهذه لونها وردي أو برتقالي.

بكتريا: إن بقاء *Bacillus subtilis* var. *mesentericus* يؤدي إلى تكون الفساد الحبلي ropy bread، وهذا الكائن يوجد في الدقيق أو التوابل والمكونات الأخرى. ومن أنواع الفساد الأخرى الخبز الدامي bleeding bread وهو يشمل تكون بقع حمراء وفي النهاية شبه تسييل للب الخبز نظرا لنمو *Bacillus prudigiosus*.

• مشاكل فيزيقية physical

الأجون staling : تبتدئ التغيرات الفيزيقية في الخبز بمجرد الخبيز حيث يفقد لب الخبز زنبركيته springiness وتفقد القشرة طزاجتها وقصافتها crispiness ويفقد الرغيف رطوبة حيث يميل الرغيف إلى التساوي في الرطوبة في القشرة وفي لب الخبز. وقد أظهر كاتز ١٩٣٠ أن هذه التغيرات أدت إلى فقد في قوة الانتفاخ للب الخبز في الماء وفقد في السكريات العديدة الذائبة وأهم من ذلك تغير في لب الخبز في أشعة س. وأن هذه التغيرات تقف بالتجميد على -٢٠°م حيث تقف تماما.

وفيما بعد أظهر أن معدل التغير يكون عند أقصاه على درجة حرارة صفر مئوي وأقل معدل عند ٥٥°م. والتغير ينعكس على درجات حرارة عالية ويمكن أن يرى ذلك في التحليل الحراري المختلف differential thermal analysis إذ أنه دياجرام لب الخبز الآجن المعاد تسخينه يشبه الخبز الطازج. وقد أقترح استخدام مستحلبات كعوامل مضادة للآجون والظاهر أن وظيفتها تعمل كمطريات للب الخبز فلب الخبز يبتدئ بنعومة أو طراوة أكثر من المعتاد بحيث أن وقتا أطول يمر قبل أن يصل لب الخبز إلى الصلابة التي عقرت مع الآجون.

(Marcrae)

خبز العجين الحامض sour dough bread

خبز العجين الحامض يسمى كذلك لأن الخبز يرتفع بمخلوط من الخمائر وبكتريا حمض اللاكتيك.

إن طريقة عمل خبز العجين الحامض قديمة جدا بل أقدم طرق عمل العجين المرتفع leavening dough لأن ارتفاع الحمض sour leavens يأتي طبيعيا إذا ترك مخلوط دقيق وماء فى مكان دافئ لعدة ساعات- وإذا استخدم هذا المخلوط فى تلقيح مخلوط دقيق ماء ويترك هذا ليختمر ويستخدم فى تلقيح عجين ثالث وهكذا، فإنه سيكون هناك مخلوط متنافس من الخميرة وال *Lactobacillus* species تتنافس تدريجيا.

تأثير تخمر الحامض على الخبز

effects of sour fermentation on the bread

وينتج عن هذه الطريقة عدة تأثيرات أولها تأثير حمضى على النكهة ولكن أيضا البروتينات تتأثر مع تغيرات فى المطاطية والامتدادية تؤدى إلى أن العجين يصبح أقوى وهذا يعمل على تحسين الخبز فى أنواع الدقيق الضعيفة لدقيق الشيلم rye flour. ودقيق الشيلم به مستويات أعلا من الألفا اميلاز α- amylase بحيث أنه إذا خمر على ج يد متعادل فإنه يلاحظ تكسر كبير فى النشا فإنه عند أرقام ج يد أقل التى ترتبط بخبز العجين الحامض فإن النشاط الأميلوليتى ينخفض إلى مستوى مقبول.

وتخمر الخبز الحمض ينتج عنه إزدياد حلمأة الفيتات فى الحبوب وينتج ذلك عن:

١- أن هذه التخمرات بطيئة تسمح بوقت أكثر لفيتات النبات أن تؤثر.

٢- بجانب أنه عند رقم ج يد أكثر انخفاضا يكون أكثر ملاءمة لأنزيم الفيتاز.

وهناك ما يشير إلى نشاط كل من الفيتاز والفوسفاتاز. وترجع أهمية الفيتاز إلى أن حمض الفيتيك عامل خلب قوى لعدد من الأيونات المعدنية بما فيها الكالسيوم والنحاس والحديد والخارصين.

وعلى ذلك فإن خفض مستوى حمض الفيتيك يزيد من امتصاص هذه المغذيات بواسطة مستهلك الخبز.

والأحماض المتكونة فى التخمر أساسا حمض اللاكتيك والخليك وهما يعملان كمضادات كائنات حية خفيفة مما يزيد من عمر الرغيف خاصة ضد الفطر. وهى تؤثر أيضا على جراثيم الـ *Bacillus* كما أن الحموضة وغيرها تزيد من الوقت بين الخبيز والبتداء الآجون فى الرغيف.

عمليات خبيز العجين الحامض

sour dough bread processes

يمكن أن يقدم نوعان من العمليات:

١) خبز الشيلم rye breads

إن تطور مزارع الخبز الحامض على مدى عدة عشرات السنين قد أدى إلى اختيار طبيعى للكائنات التى تسود فى التخمر. ومن بين العمليات فى ألمانيا: العجين الحامض ذو عدة أطوار، وطورين وطور واحد والأخير يحتاج إلى إضافة الخميرة للحصول على ارتفاع جيد فى حين أن ذا الطورين وذا الأطوار العديدة قد كونا خميرة كافية لرفع العجين تماما.

فـذات الطـور الواحـد قسـمت إلى دتمولـد Detmold وبرلـين Berlin ومانـهايم Manheim (ملح- حمض). ففى الدتمولد فإن كمية البادئ ودرجة الحرارة المستخدمة فى التخمر تسمح باستخدام ١٥- ٢٤ ساعة. فهى ما بين ٢٠- ٢٨°م مع كميات من البادئ (كنسبته من العجين الحامض) تتراوح ما بين ٢٪ على ٢٧- ٢٨°م إلى ٢٠٪ على ٢٠- ٢٣°م. ويعمل العجين الحامض من خليط من ٥٥,٦٪ دقيق شيلم و ٤٤,٤٪ ماء. وعند انتهاء التحميض فإن هذا العجين الحامض يخلط مع خليط من دقيق القمح والشيلم والماء بجانب الخميرة اللازمة. ومن أمثلة المخاليط الناجحة ٤٩,٥كجم خبز حامض، ٤٢,٥ كجم دقيق شيلم، ٣٠.٠ كجم دقيق قمح، ٤٦,٠ لتر ماء معطيا فى النهاية ٧٠٪ دقيق شيلم، ٣٠٪ دقيق قمح.

أما فى طريقة برلين فإن الارتباط بين درجة الحرارة المرتفعة وإضافة زائدة من بذرة الحامض seed sour بجانب مخلوط أكثر طراوة يعطى تحميضا كافيا فى مدة ٣- ٤ ساعات فقط. ومن أمثلة ذلك لطور التحميض ٨،٠ كجم بذرة حمض، ٤٠,٠كجم دقيق شيلم، ٣٠،٠كجم ماء معطيا فى النهاية ٥٢,٦٪ دقيق إلى ٤٧,٤٪ ماء ويتم خلط العجين الحامض مع ٣,٠كجم دقيق شيلم، ٣.٠كجم دقيق قمح، ٣٢,٠ لتر ماء معطيا فى النهاية نسبة ٧ : ٣ للدقيق الشيلم إلى دقيق القمح.

أما فى طريقة الملح – حمض فإن التخمر لإنتاج عجين حامض يكون أطول من الطريقتين السابقتين، فيأخذ ٤٨ ساعة ولو أن وجود الملح يسمح بأوقات إلى ٨٠ ساعة بدون فقد فى الجودة.

فالمخلوط لطور التحميض يحتوى على ٥,٠ كجم بذرة حامض، ٢٥,٠كجم دقيق شيلم، ٢٥.٠ لتر ماء، بجانب ٥٠٠ جم ملح ويخمر على درجة حرارة أولية ٣٠- ٣٥°م تنخفض إلى ١٥- ٢٠°م خلال ٤٨ ساعة من التخمر. وهذا العجين يخلط مع ٤٥,٠كجم دقيق شيلم، ٣٠.٠كجم دقيق قمح، ٤٣,٠ لتر ماء ليعطى فى النهاية نسبة ٧ : ٣ للدقيق الشيلم إلى دقيق القمح. ولأن للملح تأثير تثبيطى فإنه من الضرورى إضافة ٢,٥- ٣,٥٪ بالوزن خميرة منضغطة إلى المخلوط النهائى (فى حين أن الطرق السابقة استخدمت ١- ١,٥٪ خميرة)

وفى الطرق ذات الطورين والأطوار العديدة فإن الحامض يزداد فى الحجم بواسطة التلقيح المتتالى لكميات أكبر من دقيق الشيلم والماء، كل طور يستخدم فى تلقيح الطور الذى يليه والعملية توضح نمو عدد من الخميرة البرية بجانب بكتريا حمض اللاكتيك حتى أنه يمكن إضافة كمية أقل من الخميرة المضغوطة أو حتى لا تضاف نهائيا فى طريقة الأطوار العديدة.

ويعتقد أن فى هذه التخمرات العديدة (الأنواع) فإن بكتريا حمض اللاكتيك هى

Lactobacillus plantarum

(متجانس التخمر homofermenatve)،

L. brevis و *L. fermentum*

(كلاهما متغاير التخمر heterofermentative)

ومن السكريات السداسية المتاحة للتخمر فإن البكتريا متجانسة التخمر تنتج حمض لاكتيك فقط أو أنها تنتجه بحيث أم معظم نواتج التخمرات الأخرى يمكن إهمالها. أما متغايرة التخمر فهى تنتج أخلاطا من النواتج بما فيها حمضا اللاكتيك

والخليك والإيثانول وثانى أكسيد الكربون بنسب تتأثر بعوامل البيئة. ويوجد منتجات أخرى بالطبع وبعضها يلعب دورا من النكهة الخاصة يتخمر حمض اللاكتيك. كما أن بكتريا حمض اللاكتيك تستطيع أن تستخدم السكريات الخماسية لإنتاج حمض اللاكتيك والخليك. وأحسن جودة للخبز تنتج عندما يكون الثلاثة أنواع من بكتريا حمض اللاكتيك موجودة فالبكتريا متغايرة التخمر مسئولة عن إنتاج النكهة الخاصة بخبز الشيلم الحامض مع أن استخدامها وحدها ينتج خبزا يفتقد المطاطية ولكن وجود البكتريا متجانسة التخمر *L.plantarum* يعيد هذه الخاصية المرغوبة وهذه وحدها يعطى لب الخبز المطاطية المرغوبة ولكن ينقصه العبير aroma وعلى ذلك فكلا النوعين ضرورى لإنتاج خبز ذى خواص مرغوبة.

أما الخمائر الموجودة فى العجين الحامض فهى *Candida krusei* و *Saccharomyces cervisiae* و *S. exiguus* و *Pichia saitoi*.

وتعمل ظروف البيئة على توزيع الخمائر فى العجائن. والتفاعل بين الخمائر وبكتريا حمض اللاكتيك معقد ويمكن أن تكون منشط أو مثبطة أو بدون تأثير أحدهما على الآخر.

وفى السويد توصل إلى نتيجة مختلفة على عجين حامض ابتدئ ذاتيا على جريش الشيلم فإن التخمر ساده نوع واحد من الخميرة مع ارتباط بالثلاثة أنواع بكتريا حمض اللاكتيك المعزولة. وقد حددت الخميرة بأنها *Saccharomyces delbrueckii* وإن لم تعرف تماما بكتريا حمض اللاكتيك وأحدهما *Pediococcus pentosauceus* أما النوعان الآخران فقد أعطيا أسمى *Lactobacillus sp. I* و *L. sp. II* (وهذه غالبا *L. alimentarius*).

٢) خبز العجين الحامض من الدقيق
wheat sourdough breads

أقترح البعض أن التخمر يسوده أثنان فقط من الكائنات الدقيقة *Lactobacillus sanfrancisco* والخميرة *Saccharomyces exiguus* وهذه الأخيرة تعرف أحيانا باسم *Torulopsis holmii* وتقسم حاليا إلى *Candida milleri*.

ويميز هذا التخمر أنه يساد دائما بنسبة خميرة إلى بكتريا حمض اللاكتيك ١ : ١٠٠. وهذه الخميرة تختلف عن *S. cerevisiae* فى أنها لا تستطيع استخدام المالتوز فى حين أن بكتريا حمض اللاكتيك تستطيع استخدام هذا السكر وتستخدم بكتريا حمض اللاكتيك المالتوز – عن طريق الفسفرة – وعلى ذلك فهى تهمل جزءا واحدا من الجلوكوز لكل مالتوز يستخدم فإن الخميرة تمثل الجلوكوز وهناك ما يثبت أن الخميرة تحرر مركبات منشطة أو حتى ضرورية لنمو بكتريا حمض اللاكتيك. ونمو بكتريا حمض اللاكتيك ينشطه ببتيد صغير موجود فى مستخلص الخميرة حديث التحضير كما أنه ينشط بمختلف المعادن والفيتامينات الموجودة فى المستخلص. والخميرة لها خاصية أنها تقاوم المضاد الحيوى سيكلو هكسيمايد cycloheximide الذى يستخدم فى الوسط لتعداد بكتريا حمض اللاكتيك لأنها لها مقدرة التثبيط الكلى لنمو معظم الخميرة.

ويتم بناء البادئ كل ٨ ساعات وذلك بأن يتم خلط ١٠٠جزء من إسفنج متطور مع ١٠٠جزء دقيق قمح عالى الجلوتين ٤٦- ٥٢جزء ماء على أساس الوزن ومن رقم جـ يد أولى ٤،٤- ٤،٥ فإنه ينخفض إلى ٣،٨- ٣،٩ ولعمل الخبز يخلط ٢٠جزء من هذا الإسفنج البادئ مع ١٠٠جزء من الدقيق (باتنت patent flour)، ٦٠جزء ماء، ٢جزء ملح فمن رقم جـ يد مبدئى ٥،٢ – ٥،٣ فإنه ينزل إلى ٣،٩ خلال ٧ ساعات عندما يكون جاهزا للخبيز.

المزارع النقية فى خلط خبز العجين الحامض
pure culture in sourdough bread making

فى دراسة لقحت مزرعة نقية من *Candida tropicalis* وبكتريا حمض اللاكتيك *L. plantarum* في خليط من ١ جزء دقيق قمح ، ١٠ أجزاء ماء + مغذيات عند أعداد متساوية من الكائنات ثم حضنت على ٣٠°م لمدة ١٧ ساعة عندما زاد العدد لكل كائن إلى ١٠٠ مثل. ثم استخدم هذا كملقح لعمل الخبز وقد تم معرفة أن *C. melleri* و *L. sanfancisco* يمكن خلطهما فى المخبز وتستخدم فى إنتاج المزرعة والتى وجد أنها تعطى نتائج ممتازة فى النكهة والجودة العامة وثبات خواص الإنتاج بالنسبة لتلك التى يحصل عليها من مزارع البادئات التقليدية. وهذه النتائج تخالف ما سبق ذكره سابقا من أن المزارع النقية لم تكن كافية لإنتاج خبز عجين حامض وهذا الاختلاف ربما عاد إلى نوع الخبز المصنوع.
وهناك بادئ مجفد (فلورابان ل- ٢٢) هو *Lactabocillus delbrueckii* وهو متجانس التخمر يعطى نكهة خفيفة ومرغوبة للخبز. و ل-٧٣ هو أيضا متجانس التخمر *L. plantarum* يعطى نكهة حاذقة وتوابلية. وأخيرا ل- ٦٢ وهو متغاير التخمر *L. brevis* يعطى طعما نفاذا ولكن كاملا (دائريا) piquant but rounded وعمر رف طويل للخبز. والبكتريا يوصى بها بالنسبة لدقيق كل-الحب بالنسبة لمتطلباتها من الفيتامينات والمعادن ويوصى بأن العجين الملقح حديثا يسمح له بإنتاج الحمض طول الليل قبل الاستخدام ولكن إذا أضيف عجين متطور تماما إلى عجين طازج بنسبة حتى ١ : ٢٠ فإن ٨ ساعات من التطور يمكن أن تكون كافية. والعجين الناتج يستخدم بعد ذلك بنسبة ٣٠- ٤٠٪ من الخليط النهائى والذى يشمل خميرة الخباز ولم يذكر أى شيء عن قوام لب الخبز.
(Macrae)

القيمة الغذائية

إن دراسة أجريت ١٩٤٠ أوضحت أن امتصاص الكالسيوم من الأمعاء كان أقل فى حالة الخبز المصنوع من الدقيق الأبيض. والسبب أن الخبز المصنوع من كل الجريش whole meal يحتوى هكسا فوسفات الأينوسيتول أو حمض الفيتيك كملح بوتاسيومى والذى يكون أملاحا غير ذائبة مع الكالسيوم فى الأمعاء، وبذا يمنع امتصاص الكالسيوم فى حين أن الدقيق الأبيض يحتوى كميات قليلة من الفيتات لأنها موجودة فى الطبقات الخارجية ولذا فإن إضافة كربونات الكالسيوم قد أصبحت ضرورة فى الدقيق الأبيض.

وفى دراسة أخرى أتضح أن تغنية دقيق القمح الغنى بحمض النيكوتينيك والريبوفلافين أمتصت بدرجة أكبر من امتصاص الفيتامينات الطبيعية الموجودة فى دقيق كل الجريش. وعند تغذية الفئران على هذا الغذاء فإن الفئران ذات الثلاثة أسابيع نمت بأسرع ما يمكن على خبز كل الجريش والسبب هو الليسين الذى يحتويه كل الجريش أكثر من الخبز الأبيض.

وقد تمت التوصية فيما بعد بأن الدقيق يجب أن يحتوى على ليس أقل من ١,٦٥ مجم حديد، ٠,٢٤ مجم فيتامين ب، ١.٦٠ مجم حمض نيكوتينيك فى كل ١٠٠ مجم والدقيق غير كل الجريش لابد وأن يحتوى على ٢٣٠- ٣٩٠ مجم كربونات الكالسيوم لكل ١٠٠ جم.

التركيب الكيماوى للخبز

يعطى الجدول (١) بعض أنواع الخبز ومحتوياتها والبروتين يعطى ١٥٪ من كل الطاقة والخبز الأبيض به كربوهيدرات أكثر ويعطى ٩٪ طاقة أكثر عن خبز كل الجريش والفرق هو الألياف الغذائية فى خبز كل الجريش.

والجدول (٢) يعطى كميات فيتامينات ب المعقدة فى الخبز والخبز يحتوى أكثر ماء عن الدقيق والمتطلبات القانونية للخبز أكثر من الدقيق والمتطلبات القانونية للخبز أكثر من الدقيق وهى على الأقل ٠,١٧٥ مجم من فيتامين ب، ١,١٧ مجم نياسين لكل ١٠٠ جم.

والجدول (٣) يعطى المعادن فى الخبز والمتطلب للكالسيوم ٦٨.٥- ١١٤ مجم، ١.٢ مجم حديد لكل ١٠٠ جم – علما بأن دقيق كل الجريش يعطى من متطلبات الكالسيوم. والصوديوم والكلوريد فى الخبز يأتى معظمها من الملح خلال عملية الخبيز ومعظم الخبز يحتوى على ١.٥٪ ملح مضاف وهى تضاف لتحسين النكهة وبقية المعادن هى تلك الموجودة طبيعيا فى القمح وتركيز كل منها – بوتاسيوم ، مغنيسيوم ، فوسفور ، نحاس ، خارصين كلها أعلا فى خبز كل الجريش عنها فى الخبز الأبيض.

(Macrae)

جدول (١): المكونات الرئيسية للخبز (لكل ١٠٠ جم).

نوع الخبز	الماء (جم)	بروتين (جم)	دهن (جم)	كربوهيدرات (جم)	ألياف غذائية (جم)	طاقة (كيلو جول)
مصنوع من دقيق قمح						
كل الجريش	٣٨,٣	٩,٢	٢,٥	٤١,٦	٧,٤	٩٠٣
"بنى"	٣٩,٥	٨,٥	٢,٠	٤٤,٣	٥,٩	٩١٦
جرانارى	٣٥,٤	٩,٣	٢,٧	٤٦.٣	٦.٥	٩٨٧
هوفيس	٤٠,٣	٩,٥	٢,٠	٤١,٥	٥,١	٨٩٠
أبيض	٣٧,٣	٨,٤	١,٩	٤٩,٣	٣,٨	٩٨٧
مصنوع من دقيق الشيلم						
كل الشيلم	٣٧,٤	٨,٣	١,٧	٤٥.٨	٥.٨	٩٢٠

جدول (٢): فيتامينات ب فى الخبز (كل ١٠٠ جم).

نوع الخبز	فيتامين ب١ (مجم)	حمض النيتريك (مجم)	ريبوفلافين فيتامين ب٢ (مجم)	فيتامين ب٦ (مجم)	فولات (ميكروجرام)
مصنوع من دقيق قمح					
كل الجريش	٠,٣٤	٤,١	٠,٠٩	٠,١٢	٣٩
"بنى"	٠,٢٧	٢,٥	٠,٠٩	٠,١٣	٤٠
جراناري	٠,٣٠	٣,٠	٠,١١	٠,١٧	٩٠
هوفيس	٠,٨٠	٤،٢	٠,٠٩	٠,١١	٣٩
أبيض	٢١	١,٧	٠,٠٦	٠,٠٧	٢٩
مصنوع من دقيق الشيلم					
كل الشيلم	٠,٢٩	٢,٣٣	٠,٠٥	٠,٠٧	٢٤

جدول (٣): المعادن (مجم) فى الخبز (كل ١٠٠ جم).

نوع الخبز	صوديوم	بوتاسيوم	كالسيوم	مغنيسيوم	فوسفور	كلوريد	حديد	نحاس	خارصين
مصنوع من دقيق القمح									
كل الجريش	٥٥٠	٢٣٠	٥٤	٧٦	٢٠٠	٨٨٠	٢,٧	٠,٢٦	١,٨
"بنى"	٥٤٠	١٧٠	١٠٠	٥٣	١٥٠	٨٩٠	٢،٢	٠,١٦	١,١
جراناري	٥٨٠	١٩٠	٧٧	٥٩	١٨٠	٩٣٠	٢,٧	٠,١٨	١,٥
هرفيس	٦٠٠	٢٠٠	١٢٠	٥٦	١٩٠	٩٠٠	٣,٧	٠,٢٤	٢,١
أبيض	٥٢٠	١١٠	١١٠	٢٤	٩١	٨٢٠	١,٦	٠,١٩	٠,٦
مصنوع من دقيق الشيلم									
كل الشيلم	٥٨٠	١٩٠	٨٠	٤٨	١٦٠	١٤١٠	٢,٥	٠,١٨	١,٣

الخبز ومنتجات الخبيز المرتفعة بالخميرة
breads and yeast-leavened products

فى الولايات المتحدة خبز القالب الأبيض white pan bread مازال هو السائد فى الصناعة وإن كان غيره اخذ فى احتلال مكانه فى الأسواق.

تصنيع أغذية الخبز
manufacture of bakery foods

هناك اتجاه لأن يكون الإنتاج مقسما ما بين مصنع مركزى central plant (عادة مخبز للجملة) ومكان للتوزيع (أسواق super market) ويتم فى المصانع المركزية خلط عجائن الخبز وكذلك

تخلط المنتجات التى ترفعها الخميرة -yeast leavened products بطريقة عجينة عدم الوقت no-time dough process. ثم تجمد وتنقل فى شاحنات مبردة إلى مركز التوزيع (يسمى مخبز المتاجر in-store bakery) حيث إما تخبز مباشرة أو تحفظ مجمدة لمدة تصل إلى اسبوعين. ويتضمن التصنيع processing فى هذه الحالة ويسمى off–bake تيع العجائن defrosting، تصميد وخبز. وهذه العجائن ربما تسوق مجمدة مباشرة للمستهلك. وعند إنتاج العجائن لهذا الغرض فإنها تحتوى على نسب اعلا من المعتاد من الخميرة (٦٪ من الدقيق) ومن المؤكسدات ومن مقويات العجين حتى يمكن تحسين ثبات العجائن فى الحالة المجمدة والتى تبلغ ١٢-١٨ أسبوع. وميزات خبز المنتجات التى ترتفع بالخميرة فى مخابز المتاجر هى نكهة وقوام المنتجات كاملة الخبز.

الطرق التجارية للإنتاج
commercial production methods

فى الولايات المتحدة اهم طرق إنتاج الخبز والمنتجات المرتفعة بالخميرة هما: طريقة الأسفنج والعجين sponge , dough والتخمر السائل liquid ferment فهذه تمثل إنتاج أكثر من ٦١٪ من الخبز والطرق الأخرى المستعملة هى طريقة العجينة المباشرة straight dough، الطريقة المستمرة continuous وطريقة عدم الوقت no-time وطريقة Chorley wood وطريقة العجينة المباشرة تستخدم أساسيا فى العمليات الصغيرة. (القطاعى retail) وفى إنتاج الخبز المخصوص specialty breads وطريقة Chorleywood تستخدم فى إنجلترا وبعض البلاد الأخرى أما الطرق الأخرى فقليلة الاستخدام أو فقدت أهميتها.

ويلى الخبز فى مقدار الإنتاج خبز الهامبرجر والسجق hamburger & hotdog buns ثم منتجات الخميرة الحلوة sweet yeast goods.

إنتاج خبز الهامبرجر والفرانكفرتر واللفات
production of buns & rolls

يتضمن إنتاج كل من الهامبرجر buns واللفات rolls الخلط والتقسيم والتدوير rounding والتصميد proofing والتشكيل بالقالب molding والترك فى القالب panning.

وإنتاج منتجات العجينة الحلوة مثل الفطائر الدانمركية Danish pastry واللفات الحلوة sweet rolls وكعكة القهوة coffee cake وغيرها يتم إما يدويا أو ميكانيكيا وتتضمن الخطوات إنتاج الصفائح sheets ورش الدقيق عليها flower duster وتمريرها على اسطوانة ثم فرشة لإزالة الدقيق ثم تزييت العجين ثم وضع القرفة عليها ثم بسط العجينة paste ثم لف اللفة ثم وحدة قطع القالب die cut unit

أنواع الخبز ومكوناتها
type of breads and typical formulas

١- خبز القالب الأبيض white pan bread

يجب ألا تزيد نسبة الرطوبة عن ٣٨٪ ويمكن تصنيعه بأحد الطرق الآتية:

أ- الإسفنج والعجينة sponge & dough

الإسفنج: نسبة الإسفنج/العجين ٧٠/٣٠، الخلط: ١ دقيقة خلط بطئ، ٣ق خلط سريع (٧٧° ف / ٢٥° م)، التخمر: ٣ - ٥ ساعات (٦٨° ف / ٣٠° م).
العجين: الخلط ١ دقيقة بطئ، ١٠ - ١٢ ق سريع (٨٠° ف/٢٧° م)، فترة راحة rest period : ١٥ - ٢٠ق. قسم divide إلى ١٨ أوقية (٥١٥جم) للأرغفة ٤٥٤جم (ارطل). دور round واتركها لمدة ٧ق فترة راحة. اعمل صفائح sheets، شكل وضع في القالب، صمد proof ٥٥ق (١٠٧°ف / ٤٢°م)، ٨٥٪ نسبة رطوبة، اخبز ١٨ق على ٤٤٥° ف (٢٣٠ °م).

ب- طريقة العجينة المباشرة straight dough

طريقة ذات خطوة واحدة: الخلط: ١ق خلط بطئ، ١٥-٢٠ق خلط سريع (٧٨-٨٢°ف/ ٢٦,٥-٢٧,٥°م)، التخمير لمدة ساعتين على (٨٦-٩٥°ف / ٣٠-٣٥°م) / ٨٥٪ رطوبة نسبية، وتستخدم هذه الطريقة بواسطة التجار القطاعي أو في عمل الخبز المخصوص.

جـ- العجين المباشر - عدم الوقت
straight dough–no time

اخلط لمدة دقيقة واحدة خلطا بطيئا و لمدة ١٠ - ١٥ق على (٨٠-٨٤°ف / ٢٧-٢٩°م). صمد proof لمدة ٥٥ق على (١٠٧°ف / ٤٢°م) ورطوبة نسبية ٨٥٪.

د- طريقة التخمير brew

خمر brew: شتت disperse المكونات بالتقليب السريع لمدة ٥ق على (٨٠°ف / ٢٨°م). خمر (تقليب بطئ) لمدة ١,٥ق على (٨٨-٩١°ف / ٣١-٣٣°م). اضف إلى مكونات العجين وأكمل كما في طريقة الإسفنج والعجينة. المخمر brew يتكون من ٨٠,٩٥٪ ماء، ٧,٧٥٪ جوامد مواد التحلية، ٨,٠٪ خميرة مضغوطة، ٣,٨٪ ملح، ٠,٢ - ٠,٥٪ منظم buffer (كربونات كالسيوم + كبريتات الأمونيوم)، ٣٥٪ من المخمر brew يضاف للعجين وهو يتكون من ٦٠,٣٢٪ ماء، ٧,٦١٪ سكر، ٢,٦٧٪ خميرة، ٠,٥٪ غذاء للخميرة، ٠,٣٣٪ مسحوق لبن، ٠,١٪ بروبيونات كالسيوم. أما نسب المكونات فتختلف باختلاف الطريقة والدقيق المستخدم من ١١,٢ - ١١,٧٪ بروتين، ٠,٤٤ - ٠,٤٦ رماد (مقوى).

٢- الخبز الأبيض المخصوص
white specialty breads

وتختلف هذه الأنواع من الخبز عن خبز القالب الأبيض في تركيب الحبيبة grain والقوام texture فالحبيبة مفتوحة والقوام أكثر خشونة وهذه الخواص التي تذكر بالخبز المنزلي يمكن الحصول عليها بعدم الخلط التام للمكونات ومن أنواع هذا الخبز:

أ) الخبز الأبيض درجة أولى
premium white bread

وهو خبز كثيف ينتج بواسطة طريقة العجينة المباشرة ومكوناته ١٠٠٪ دقيق. ، ٤ سكر، ٢ ملح، ٤ دهن تنعيم، ٤ زبد، ٣ عسل، ٢٨ لبن مكثف أو مخمر، وماء حوالي ٣٠، ٣ خميرة، ٠,٣٧٥ غذاء خميرة ومثبط للفطر. ودرجة حرارة العجين ٨٠°ف وخمر لمدة ١,٥ ساعة. وارح حوالي ٢٠ق. قسم.دور round واترك للراحة ١٥ق، شكل في

القالب واتركه للصمود proofing ثم اخبز على ٤٠٠°ف.

ب) خبز الفرن المفتوح الأبيض
white hearth bread
وهذا الخبز ينتج من عمل تخمر لاكتيكى أو بدونه وهو يخبز فى الفرن المفتوح open hearth وطريقة انتقال الحرارة تؤدى إلى تكوين قشرة سميكة قصفة crisp وذات نكهة. والحمض sour المستخدم فى هذا النوع من الخبز عبارة عن عجين من الشيلم rye عادة مختمر بواسطة بكتريا اللاكتيك والخليك ومنه عدة أصناف.

٣- خبز القمح wheat breads
أكثرها انتشارا خبز القمح الذى يصنع من دقيق قمح كامل whole wheat flour ٢٠-٣٠٪ ودقيق قمح باتنت patent flour ٧٠-٨٠٪. أما خبز القمح الكامل فيصنع من ١٠٠٪ دقيق قمح كامل whole wheat flour.

٤- خبز الشيلم
rye & pumpernickel bread
يصنع هذا الخبز فى الولايات المتحدة استجابة لرغبات بعض المجموعات العرقية والدينية ethnic والدقيق الأساسى المستخدم فيه هو خليط من دقيق الشيلم (أبيض و/أو متوسط) ودقيق قمح باتنت قوى أو دقيق قمح صافى strong wheat patent or clear wheat flour ويحتاج الأمر عادة لإضافة جلوتن لتقوية العجين.

٥- خبز حبوب مختلطة mixed grain bread
من بين الحبوب والخصر المستخدمة فى إنتاج مثل هذا الخبز الذرة، والكتان flax والدخن والقمح الشيلمى والحنطة السوداء buck wheat والشعير والشوفان والالفالفا (برسيم حجازى) والصويا والشيلم والبطاطس والأرز والسور كروت وربما استخدمت مثل هذه المواد كدقيق أو جريش grits أو حبوب كاملة.

٦- خبز ألياف fiber bread
وفيه يمكن استخدام ألياف من حبوب أو بقول أو فاكهة أو صموغ طبيعية أو صناعية.

٧- خبز الفاكهة fruit breads
هذه تصنع مع زبيب (العنب) بنسبة ٥٠٪ من الدقيق وكذلك تصنع مع البلح والموز والكشمش Currants

٨- خبز الهامبرجر hamburger buns
وتستخدم فى إنتاجه طريقة الإسفنج / عجين.
الإسفنج: يتكون من ٪ : ٧٠,٠٠ دقيق مقوى، ٣,٥ خميرة، ٤٠,٠٠ ماء، ٠,٥ غذاء خميرة (نوع البرومات)، ٠,٥ بروتياز.
الخلط: ١ق بطئ، ٣ق سريع على ٧٥°ف/٢٤°م ومدة التخمر ٣ ساعات على ٨٦°ف/٣٠°م.
العجين: يتكون من ٣٠,٠دقيق، ٢٢,٠ ماء، ١٢,٠ سكر، ٢,٠ ملح، ٥,٠ زيت، ٠,٥ مقويات عجين، ٠,٥ جلسويدات احادية (مميأة) hydrated، ٠,٢ بروبيونات الكالسيوم.

الخلط: ١٠-١٤ق على سرعة عالية لتنمية develop العجين إلى طور ممتد extensible stage، قسم، دور round، واتركه يسترخى لمدة دقيقتين، مطل flatten وضعه على قوالب الخبز الخاص pan buns. صمد proof لمدة ٥٠ ق على ١٠٤-١٠٧°ف/٤٠-٤٢°م ، ٨٠-٨٥٪ رطوبة نسبية، اخبز على٤٤٥-٤٦٥°ف/٢٣٠-٢٤٠°م.

٩- العجين الحلو (لفات القرفة)
sweet dough (cinnamon rolls)

وتصنع لفات القرفة من دقيق الخبز المقوى ١٠٠٪ سكر مبلر (سنترفيش)، ١٥٪ ودكستروز (ذرة) ٢٪، ٥,٠ دقيق صويا مزال الدهن، ودهن تنعيم ١٢,٠٪، ٢,٥٪ جليسريدات احادية وثنائية مميهة ومسحوق لبن فرز (أو ما يحل محله)، ١,٥٪ ملح، ٠,٥٪ غذاء خميرة معدنى، ٨,٠٪ خميرة مضغوطة، ٠,٢٥ مقويات عجين والنكهة تختلف، ٥٤,٠٪ ماء. حيث تخلط المكونات لمدة ١٤-٢٠ دقيقة على ٨٠°ف/٢٧°م وتخمر لمدة ٣٠ق، وتعمل صفائح sheets، ويرش عليها خليط القرفة والسكر وتلف roll، وتقطع لوحدات وتوضع فى القوالب pan، وتصمد لمدة ٣٠-٤٥ق على ١٠٤°ف/٤٠°م ورطوبة نسبية ٨٥٪ وتخبز على ٤٠٠°ف/٢٠٥°م لمدة ١٢-١٥ق.

تقييم الدقيق flour evaluation

يستخدم المعهد الأمريكى للخبز American Institute of Baking طريقة خبز الخبز على مرحلتين (طريقة الإسفنج والعجين) ثم تقدر خواص العجين فى مختلف المراحل: عند مرحلة الإسفنج بعد الخلط، مدة خلط العجين و حدود العجن dough tolerance تقدر. ثم يتم تتبع تقبل العجين للمكن machining character خلال التقسيم والتشكيل فى القوالب ويقوم بذلك خبازون ذوو خبرة ويقيم الخبز بعد تبريده. كما تقاس المعالم parameters الخارجية: حجم الرغيف، لون القشرة، تكسر وتمزق shred الرغيف، ومن المجالم الداخلية الهامة حبة لب الخبز crumb ولون اللب وقوامه وقوته والنكهة والرائحة.
ويدخل فى الاعتبار كل من قيم العجين والخبز عند تقدير القيمة الخبزية baking quality.وهناك حدود معينة لمكونات الخبز واللفات.

محسنات العجين dough improvers

تقسم محسنات العجين إلى:

أ- مقويات عجين dough stregnthers ويرجع تأثير التقوية إلى تفاعل بروتينات الجلوتن مع عامل سطحى نشط surfactant.

ب- مطريات اللب crumb softners و يشرح تأثير التطرية (التنعيم) sottening بتكوين مركب من الأميلوز مع العامل السطحى النشط ومعظم العوامل المستخدمة اللاكتيلات والجليسريدات الأحادية والثنائية.

الأنزيمات enzymes

تضاف الإميلازات فى المطاحن كنتيشة الشعير أو من فطر عادة وقد تضاف انزيمات الفطر ايضا فى المخابز. أما البروتيوزات التى تستخدم لخفض مدة خلط العجين فتضاف فى المخابز إذا كان هناك مدد طويلة لدقيق قوى strong flour.

ثبات منتجات الخبير
stability of bakery food

تتعرض منتجات الخبير لبعض التغيرات منها المعروف بالأجون (انظر) ويصحبه تغيرات في النكهة والخواص العضوية الحسية. وكذلك يحدث فساد من كائنات دقيقة نتيجة لنموها في القشرة أو اللب اثناء التخزين يسبب تلوث المكونات أو الأجهزة أثناء التصنيع ومعظمها فطر من جنسي الـ *Aspergilli* والـ *Penicilli* وبعض الخميرة والكائنات الدقيقة المكونة للجراثيم وتستخدم بروبيونات الكالسيوم و/أو سوربات البوتاسيوم و/أو ثنائي خلات الصوديوم sodium diacetate والخل (٢٠٠ حبة 200 grain) و فسفات الكالسيوم الأحادية وخلات الكالسيوم لمقاومة هذه الكائنات وإطالة عمر الخبز على الرف.

مسحوق الخبيز baking powder

يرفع الخبز، وماشابهه من كيك وخلافه، بواسطة الخميرة أو عوامل رفع أخرى كمساحيق الخبيز. وتعرف عوامل الرفع هذه بأنها المواد التي تولد أو تساعد على توليد غازات خلال تحضير وطبخ منتجات الخبيز وبالتالي تساعد على تحقيق قوام مفتوح open-textured في الناتج النهائي. ويدخل ضمن هذه الخاصية الخميرة وعوامل الرفع الكيماوية والأحماض التي تستخدم كجزء من عوامل الرفع الكيماوية. وهنا لن تتعرض الخميرة (أنظر)

الرفع الكيماوى chemical leavening

الخميرة كانت الاساس في الغاز الرافع لمنتجات الخبير حتى القرن الثامن عشر حيث اكتشف أن اللبن الرائب sour milk أو لبن الزبد buttermilk يمكنه أن يطلق ك أ، من بيكربونات الصوديوم (صودا الخبيز) أثناء الخبيز. وثاني أكسيد الكربون هو نفس الغاز الذي تطلقه الخميرة أثناء تخميرها للعجين. وأمكن إحلال كريم الطرطر cream of tartar (بيكربونات البوتاسيوم) حوالي سنة ١٨٣٥ والذي حصل عليها من صناعة النبيذ. وأمكن تحضير مسحوق خبيز كريم الطرطر ١٨٥٠. ولكن كريم الطرطر كان يطلق غاز ك أ، بسرعة بحيث أن المنتج المخبوز لم يكن بالحجم المرغوب. وقد أمكن التوصل إلى فوسفات أحادي الكالسيوم monocalcium phosphate ويعرف أحياناً بإسم فوسفات الكالسيوم الحامضية acid calcium phosphate كبديل لكريم للطرطر. ثم أمكن التوصل إلى كبريتات الصوديوم والألمنيوم sodium-aluminum phosphate وبيروفوسفات الصوديوم الحامضية sodium acid pyrophosphate وفوسفات الصوديوم والألمنيوم .sodium aluminum phosphate

أنظمة الرفع الكيماوى

هناك ثلاثة عوامل تؤخذ في الإعتبار عند عمل نظام رافع كيماوي وهي:

١- كم من الغاز الرافع يحتاجه الأمر لرفع المنتج النهائي؟

٢- مـاهو الحمـض الرافـع الـذى يحتاجـه الأمـر لتحقيق الخواص المرغوبة فى المنتج؟

٣- ماهى المؤثرات الأخرى للحمـض الرافع على العجين أو المنتج النهائى؟

الهواء الذى يتم إدخاله للعجين أثناء الخلط يتمدد أثناء الخبيز ويسبب رفع المنتج والماء الـذى يوجد فى العجين - أيضاً - يتبخر بالحرارة ويسبب رفع المنتج فإسـهام الهـواء والمـاء فـى رفـع وخـواص المنتجات المخبوزة يجب ألا يغفل فى تصميم نظام رافع يبنى على عوامل الرفع الكيماوية.

الرفع بالتكسر

leavening by decomposition

يوجد عـاملان كيماويان يمكنهما إطـلاق غـاز ك أ$_2$ بالتكسر أثنـاء الخبـيز وهمـا بيكربونـات الصوديـوم (صودا الخبـيز) وبيكربونات الأمونيـوم. وبيكربونات الصوديوم تتحلل عندما تذوب وتسخن لإطــــلاق ك أ$_2$ تبعاً للمعادلة:

٢ص يد ك أ$_3$ ←(حرارة)— يد$_2$ أ + ك أ$_2$ + ص$_2$ ك أ$_3$ (١)

فـى حـين تتحلـل بيكربونـات الأمونيـوم بإذابتـها وتسخينها تبعاً للمعادلة

ن يد$_4$ يد ك أ$_3$ ←(حرارة)— ن يد$_3$ + يد$_2$ أ + ك أ$_2$ (٢)

ويعمل غازا الأمونيا وثانى أكسيد الكربون على رفع منتجات الخبيز.

الرفع بالتفاعل الكيماوى

leavening by chemical action

معظم مـواد الرفـع الكيماويـة تعتمـد علـى تفـاعل الحمـض مـع بيكربونـات الصوديـوم لإطــلاق - كيماوياً- غـاز ثـانى أكسـيد الكربـون مـن الصـودا والمعادلة العامة هى:

يد س + ص يد ك أ$_3$ ←(رطوبة، حرارة)— ص س + يد$_2$ أ + ك أ$_2$ (٣)

وينتج ثـانى أكسـيد الكربـون ومـاء وملـح صوديومـى للحامض الرافع.

وهناك عـدد من الأحمـاض الرافعة تختلف فــــى: ١- كمية ثـانى أكسـيد الكربـون التـى تطلـق مـن الصودا. ٢- السرعة التى يطلق بها هذا الغاز الرافع (ك أ$_2$). ٣- تأثيرها على العجين وخـواص المنتجات النهائية.

قيمة التعادل neutralizing value

قيمة التعادل هـى مصطلـح يستخدم لوصف كمية الحمض الرافع اللازمة للتفاعل التام مع كمية صودا الخبيز المستخدمة فى منتج الخبيز. وإذا تفـاعلت الصـودا مع الحمـض الرافـع فـإن المنتـج النـهائى يصبح قريباً مـن التعادل فـى رقـم جـيد وهـو شـىء مرغـوب. ويمكـن الوصــول إلى أرقـام جـيد عاليـة (قلوية) أو منخفضـة (حمضية) بضبط كمية الحمض الرافع و /أو الصودا.

وقيمة التعادل تعرف بأنـها وزن الصـودا التـى تعـادل بواسطة ١٠٠ جـزء من الحمـض الرافـع. ولمـا كـانت معظم الوصفـات لمنتجـات الخبـيز تبتـدىء بـوزن معين من الصودا - وهو الوزن اللازم لإعطاء الكمية

من الغر الرافع – فإن قيمة التعادل تستخدم لمعرفة الوزن من الحمض الرافع اللازم لكمية الصودا المستخدمة تبعاً للمعادلة:

$$\text{٪ حمض رافع} = \frac{\text{٪ صودا} \times ١٠٠}{\text{قيمة التعادل}} \quad (٤)$$

ويلاحظ أن كميات أكبر من الأحماض الرافعة ذات قيم التعادل المنخفضة تتطلب كمية من الصودا عن الأحماض الرافعة ذات قيم التعادل المرتفعة كما يتضح من جدول ١.

جدول ١ الروافع الكيماوية وقيم تعادلها ومعدل تفاعلها مع الصودا.

العامل الرافع	الرمز الكيماوى	قيمة التعادل	التفاعل مع الصودا
فوسفات أحادى الكالسيوم	كا (يد٢ فو أ٤)٢.يد٢ أ	٨٠	متوسط
فوسفات أحادى الكالسيوم غير المائية	كا (يد٢ فو أ٤)٢	٨٣	متوسط (أقل سرعة)
بيروفوسفات الصوديوم الحمضية	ص٢ يد٢ فو٢ أ٧	٧٢–٧٤	بطىء
فوسفات الصوديوم والألمنيوم	ص يد٤ لو٣ (فو أ٤)٨.٤يد٢ أ	١٠٠	بطىء جداً
طرطرات أحادى البوتاسيوم (كريم طرطر)	بو يد ك٤ يد٤ أ٦	٤٥	سريع
كبريتات الصوديوم والألمنيوم	بو٢ (كب أ٤)٣.ص٢ كب أ٤	١٠٠–١٠٤	بطىء جداً
فوسفات ثنائى الكالسيوم ثنائية الإماهة	كا يد فو أ٤.٢ يد٢ أ	٣٣	بطىء جداً
جلوكوز دلتالاكتون	ك٦ يد١٠ أ٦	٤٥–٥٠	بطىء

معدل التفاعل rate of reaction

أن السرعة التى يتفاعل بها الحامض الرافع مع صودا الخبيز لإطلاق ك أ٢ مهمة فى ضبط خواص المنتج النهائى. فإذا تفاعل الحمض بسرعة مع الصودا فإن كل الغاز الرافع يطلق أثناء الخلط وبالتالى يصبح غير متاح لرفع المنتج خلال الخبيز فيكون الناتج صغيراً فى الحجم وكثيفاً dense فى القوام. وإذا تفاعل الحامض مع الصودا متأخراً جداً فى عملية الخبيز فإن تركيب الناتج "سيعقد" بتأثير حرارة الخبيز والغاز الرافع لايستطيع رفع المنتج بدون تسبيب شقوق أو صدوع splite.

وإطلاق بعض الغاز الرافع أو إدخال incorporation لبعض الهواء أثناء الخلط مرغوب فيه لتكوين خلايا صغيرة من الغاز أو الهواء فى العجين. وتسمى هذه العملية التنوى nucleation وهى مسئولة عن تكوين حبيبات رفيعة ومتماثلة فى المنتج النهائى ومع ذلك فإن معظم الغاز الرافع يجب أن يحتفظ به ليطلق عند الوقت الملائم أثناء الخبيز للحصول على الحجم الكلى المرغوب. وعدد من العوامل يؤثر على أنسب وقت لإطلاق الغاز أثناء الخبيز:

١– حجم المنتج إذا كان صغيراً يسخن والتركيب ينعقد أسرع مما لو كان كبيراً.

٢- درجة حرارة الفرن تؤثر على معدل تسخين المنتج إلى درجة حرارة الإنعقاد.

٣- الوقت اللازم لعمل المنتج يؤثر على الزمن الذى يأخذه الحامض الرافع ليتفاعل مع صودا الخبيز.

٤- المكونات الأخرى في العجين تؤثر على درجة الحرارة التى عندها ينعقد المنتج.

ويوجد أحماض رافعة تقابل هذه الطلبات فبعض المواد لاتتأخر فى التفاعل مع صودا الخبز فتتفاعل بمجرد ذوبانها فى الماء وتكون الصودا قد ذابت ومن هذه المواد حمض لاكتيك اللبن الرائب أو لبن الزبد وكريم طرطر وفوسفات أحادى الكالسيوم. وفوسفات أحادى الكالسيوم غير المائية لها تأخر زمنى ولو أنه قصير ولكن يسمح بتحضير العجين للخبيز. وقد تمكن منتجو بيروفوسفات الصوديوم الحمضية من إنتاجها بحيث تتفاعل فى جزء من الساعة إلى ساعة أو أزيد عن طريق تنظيم ظروف إنتاجها.

وفوسفات الألومنيوم والصوديوم وكبريتات الألومنيوم والصوديوم وفوسفات ثنائى الكالسيوم ثنائية الاماهة أساساً أحماض رافعة "تتأثر بالحرارة" فلا تتفاعل مع الصودا حتى ترتفع درجة حرارة المنتج بواسطة حرارة الخبيز. ولو أن بعض منتجات الخبيز قد يكون هذا التأخير طويلاً وقد تعمل فوسفات الألومنيوم والصوديوم وكبريتات الألومنيوم والصوديوم وفوسفات ثنائى الكالسيوم ثنائية الإماهة بطريقة أحسن إذا ربطت مع عوامل رفع سريعة المفعول مثل فوسفات أحادى الكالسيوم أو فوسفات أحادى الكالسيوم غير المائية. والمصطلح "تتأثر بالحرارة" heat-triggered عادة يحجز للمواد التى لها وقت تأخير غير محدد حتى ترتفع درجة الحرارة إلى درجة معينة بعكس عوامل الرفع التى تتأثر بالزمن ودرجة الحرارة معاً.

أما جلوكونو دلتا لاكتون فإنه لايدخل ضمن فئات لاتأخير أو تأخير زمنى أو يتأثر بدرجة الحرارة فهو يتفاعل بإستمرار ولكن ببطء مع صودا الخبيز. وتزداد سرعة التفاعل مع درجة الحرارة بالطبع ويصبح سريعاً أثناء الخبيز. وإطلاق ك أ٢ الثابت فى العجين بواسطة جلوكونو دلتا لاكتون يشابه إطلاق ك أ٢ بواسطة الخميرة فى العجين المختمر. وسرعات الأحماض الرافعة تظهر فى الجدول (١).

التأثيرات الأيونية للرافعات
ionic effects of leaveners

تعطى أيونات الكالسيوم والألمنيوم الموجبة فى الفوسفات مرونة أكثر للمنتجات أكثر من أيون الصوديوم وتعمل أيونات الكالسيوم على تماسك العجين وتثخينه وعلى تجفيف العجائن الخضلة والملتصقة إلتصاقاً خفيفاً. وأيون البيروفوسفات فى بيروفوسفات الصوديوم الحمضية يتفاعل مع البروتينات وهذا يساعد على قوام أكثر خضالة ولكنه يعطى خُلْفَة aftertaste إذا زادت نسبته.

وفى المنتجات البيضاء مثل كيك الطبقة البيضاء فإن رقم ج يد الذى هو أقل من المتعادل يزيد أيضاً من الناتج وهذا يمكن تحقيقه بضبط التوازن بين الحمض الرافع وصودا الخبيز (حمض أكثر، وصودا أقل) أو بإختيار الحمض الرافع، وبيروفوسفات الأحماض الرافعة تميل إلى تنظيم رقم ج يد فى

المدى ٧,٢ - ٧,٥. ومن الصعب خفض رقم جيد بضبط توازن البيروفوسفات والصودا فى حين أن فوسفات الكالسيوم ليس لها قوة تنظيم البيروفوسفات وعلى ذلك يمكن ضبط رقم جيد بطريقة أسهل بضبط توازن الحمض/صودا. كما أن لون ونكهة منتجات الشيكولاتة يتحسن بأرقام جيد أعلا وهذا يمكن تحقيقه بإختيار حامض رافع و/أو ضبط توازن الحامض/صودا (حمض أقل وصودا أكثر).

خواص عوامل الرفع
characteristics of leavening agents

◈ بيكربونات الصوديوم (صودا الخبيز): يمكن لحرارة الخبيز أن تسبب تحلل صودا الخبيز معطية ك أ، رافع بدون التفاعل مع الحمض الرافع وكربونات الصودا الناتجة قلوية جداً وتعطى الناتج رقم جيد مرتفع وهذا مرغوب فى بعض المنتجات مثل الشيكولاتة.

◈ بيكربونات الأمونيوم: هذه أيضاً تتحلل معطية أمونيا وثانى أكسيد كربون بدون التفاعل مع حامض رافع ولكنها تختلف من بيكربونات الصوديوم فى أنها لاتترك تأثيراً قلوياً ولكن إذا كان هناك أكثر من ٥٪ رطوبة فى المنتج فإن غاز الأمونيا يذوب فيها معطياً نكهة الأمونيا ولذا لاتستخدم بيكربونات الأمونيوم إلا فى المنتجات منخفضة الرطوبة مثل البسكويت المالح crackers.

◈ كريم طرطر: طرطرات البوتاسيوم الحمضية تتفاعل بسرعة جداً مع الصودا فى العجين مطلقة ٧٠ - ٨٠٪ من الغاز الرافع فى خلال دقيقتين من خلط العجين ولذا فهى ليس لها تطبيق فى الصناعة.

◈ كبريتات الصوديوم والألمنيوم: هذه عامل رفع بطىء جداً ولايطلق غازاً رافعاً حتى يكون المنتج فى الفرن وترتفع درجة حرارته وهى تستخدم مع عامل رافع أكثر سرعة مثل فوسفات أحادى الكالسيوم ويستخدمان فى المنازل كثيراً.

◈ فوسفات أحادى الكالسيوم: هذه توجد على صورتين أحادية التميؤ وغير مائية وأحادية التميؤ سريعة ولكنها أبطأ من كريم الطرطر وعادة تستخدم مع عامل رفع بطىء فهى تطلق غاز الرفع من صودا الخبيز أثناء الخلط وهذا مرغوب فيه فى الحصول على حبيبات دقيقة ومتجانسة فى المنتج المخبوز طالما كان هناك رافع بطىء موجود ليعطى غاز رفع أثناء الخبيز. وفوسفات أحادى الكالسيوم المائية مغطاه بمادة فوسفاتية تذوب ببطء والتى تؤخر تفاعلها مع صودا الخبيز وهذا التأخير قصير نسبياً ولكن يكفى لبعض النواتج التى تخبز فى المنزل ومنها البسكويتات والبان كيك pancakes والوافل waffles.

◈ بيروفوسفات الصوديوم الحمضية: هذه متاحة بمدى معدل تفاعلات من بطيئة إلى بطيئة جداً وتستخدم مع الدونت ومنتجات العجين المعلبة والمبردة. ولكن الخلفة التى كثير من الناس

حساسون لها تحد من إستخدامها خاصة بعد الوصول إلى فوسفات الصوديوم والألمنيوم.

◈ فوسفات الصوديوم والألمنيوم: هذه تفاعلها بطيء جداً مع صودا الخبيز وكثيراً ماتسوق كمخاليط مع رافعات أكثر سرعة مثل فوسفات أحادى الكالسيوم أو فوسفات أحادى الكالسيوم غير المائية. وفوسفات الصوديوم والألمنيوم أصبحت مرغوبة لإرتفاع قيمة التعادل لها ورخص سعرها وعدم وجود نكهات غير مرغوبة وقابليتها للإختلاط بالروافع الأخرى.

◈ فوسفات ثنائى الكالسيوم ثنائية الإماهة: وهى من الوجهة التقنية ليست "حمض رافع" لأنها ملح فوسفات قاعدى/قلوى ولكن عندما توضع فى عجين وتتعرض لحرارة الخبيز فإنها تتحلل إلى فوسفات أحادى الكالسيوم وفوسفات ثلاثى الكالسيوم وهذه الأخيرة غير ذائبة وتترسب تاركة فوسفات أحادى الكالسيوم - وهى عامل رفع سريع - ليتفاعل مع صودا الخبيز. ودرجة الحرارة التى عندها تتحلل فوسفات ثنائى الكالسيوم ثنائية الإماهة هى درجة حرارة عالية (٥٥-٦٠°م) أى أن التحلل يحدث متأخراً فى عملية الخبيز ولهذا تقسم إلى عامل رفع بطيء جداً وتستخدم عادة مع عامل رفع سريع.

◈ جلوكونو دلتا لاكتون: هذا يكون حمض الجلوكونيك عندما يذوب فى الماء ويتفاعل ببطء ولكن بثبات مع صودا الخبيز ومعدل التفاعل يرتفع بإرتفاع درجة حرارة العجين أثناء الخبيز وهو ذو قيمة تعادل منخفضة حوالى ٤٥ ويتطلب جزئين منه لكل جزء من الصودا ولذا فهو غالى نسبياً.

وتقنية الرفع الكيماوى معقدة وأصبحت أكثر تعقيداً بوجود مختلف عوامل الرفع كل منها له خواصه ومميزاته وعيوبه. (Macrae)

شجرة الخبز breadfruit

الإسم العلمى *Artocarpus camansi*
Artocarpus altilis (syn. *A. communis*)
الفصيلة/العائلة: التوتية Moraceae

بعض أوصاف

يوجد أصناف من *A. altilis* ذات بذور وأصناف من غير بذرة ولكن الـ *A. camansi* لها بذور.

والثمرة لها تركيب متخصص ملتحم المبايض syncarp يتكون من ١٥٠٠ - ٢٠٠٠ زهرة متصلة بمحور الثمرة أو قبلها ومعظم الثمرة يتكون من غلاف الزهرة perianth الذى يلتحم فيما عدا القاعدة مكوناً فجوة تحتوى الثمرة الحقيقية وداخلها المبيض والبذرة وهى تنمو بسرعة وتصبح لحمية عند النضج مكونة الجزء المأكلة من الثمرة. أما البذور فهى رفيعة الجدران بيضية منعكسة obovoid مقفولة بغير نظام ١ - ٢ سم فى السمك ومطمورة فى اللب. والبذور لها سويداء قليلة أو لايوجد بالمرة وتنبت فى الحال.

والثمرة بيضية إلى كروية globose وتبلغ ١٠ - ٢٠ سم فى القطر والقشرة خضراء مصفرة. واللحم أبيض

أو أصفر باهت طرى ولبى يحيط بقلب أسفنجى والأصناف غير البذرية لها عدة بذور مجهضة تحيط بالقلب. والأصناف ذات البذور تحتوى واحدة إلى عديد من البذور العادية أو المجهضة وتزن الثمرة من ٠,٥ - ٥ كجم وفى المتوسط ١,٠ - ١,٥ كجم. أما الكامانزى فهى شوكية تحاط ببروزات طويلة ٥-١٢مم فى الطول. والبذور عديدة تتراوح من ١٢-١٥١ وتزن أقل من ١,٥ كجم.

الأهمية

شجرة الخبز غذاء رئيسى حيث تنمو فى جزر الباسيفيك (جوام وميكورنيزيا) خاصة فى الجزر المرجانية atolls وهى هناك تحمص أو تغلى وأحياناً تحمر مثل البطاطس. ويحضر منها دقيق كما أنها تعلب بعد تقطيعها لشرائح وغليها.

طرق التخزين

يحد من حياة ثمرة شجرة الخبز علو معدل التنفس والثمار تجمع عندما تكون ناضجة ولكن متماسكة فى الطور النشوى وتطرى الثمار ١ - ٣ يوم وإن كانت بعض الأصناف تحتفظ بنفسها لمدة ١٠ أيام وقد تغمر الثمار تحت الماء لتأخير الطراوة ولكن السطح الخارجى ينفصل ويطرى مما يقلل من الأجزاء المتاحة. ويمكن حفظها فى أكياس عديد إيثيلين ولكن يجب أن تحفظ فوق ١٣°م لأنها معرضة للإصابة تحت هذه الدرجة. والثمار المطبوخة يمكن تجميدها.

ولما كان موسم الثمار قصير من ٣ - ٥ أشهر فقد يلجأ إلى عمل ما ، وماسى masi وبويرو bwiru وهى نواتج تخمر. والتخزين فى الحفر عبارة عن طريقة شبه لاهوائية التخمر يشتمل على تحميض مما يجعل الثمار كعجينة حمضية. فالثمار الناضجة تقشر ويزال القلب وتنظف ثم تترك لتطرى وهذا يحدث على الجزر بغمرها فى بركة lagoon لمدة ١-٢ يوم ثم توضع الثمار الطرية فى حفرة مبطنة بالأوراق وتغطى بالأوراق وبطبقة من التربة ثم الصخور بعد ذلك وبعد ٢-٣ أسابيع فإن لب ثمرة شجرة الخبز المتخمرة تصبح معدة للأكل حيث تغسل وتطبخ قبل أكلها. والثمار المتخمرة يمكن تخزينها فى الحفرة لمدة ١-٢ سنة مع تغيير الأوراق كلما إحتاج الأمر. ويمكن تحضير ناتج أفضل بإستخدام أكياس بلاستيك مضادة للهواء.

ويمكن تجفيف الثمار أيضاً فتغلى الثمار الناضجة حتى تصبح ناعمة/طرية ثم يعمل منها شرائح وتجفف فى الشمس لمدة ٣-٤ يوم.

وفى جزر سليمان يتم التجفيف بأن تحمص الثمار الكاملة على النار ثم تقشر وتقطع إلى قطع كل منها تصلح لقضمة فإن هذه القطع تجفف على أرفف لمدة ٨-٢٤ ساعة وتحتها نار. والثمار المجففة بهذه الطريقة يمكن تخزينها إلى سنة فى أسبتة مبطنة بالأوراق أو إلى مالانهاية فى بلاستيك أو زجاج مضاد للهواء. وهى تؤكل عادة دون تحضير ولكن يمكن عمل دقيق منها ويخلط مع الماء أو لبن جوز الهند لعمل يوريدج.

القيمة الغذائية

◈ الثمار: ثمار شجرة الخبز مصدر جيد للطاقة فبها بنسبة عالية من الكربوايدرات وهى منخفضة فى

الدهن والبروتين (جدول ١) وهى مصدر أحسن للكالسيوم والريبوفلافين وحمض النيكوتينيك والفوسفور وحمض الأسكوربيك.

◈ البذور: مصدر جيد للبروتين ٨٪ وبها ٣-٥٪ دهن وهى تحتوى على بروتين وكالسيوم وفسفور وحديد وحمض نيكوتينيك وأقل فى الدهن والكربوايدرات عن أبى فروة chestnuts. وهى مصدر غير جيد لحمض الأسكوربيك وحوالى ٤٠ بذرة تعطى ١٠٠ جم من الجزء الماكلة.

جدول (١): التركيب التقريبى للبذور المغلية والثمار الطازجة والمغلية والمحمصة والمتخمرة فى الحفر .

كل ١٠٠ جم من الجزء الماكلة. (Macrae)

المكون		طريقة التحضير				
		طازجة	محمصة	مغلية	محفوظة	بذور
الماء	٪	٦٩,١	٦٥,٧	٧٠,٦	٦٧,٦	٦١,٩
الطاقة	سعر	١٢١	١٣٣	١١٥	١٣٠	١٥٦
بروتين	جم	١,٣	١,٥	١,١	١,٤	٧,٩٤
كربوايدرات	جم	٢٨,١	٣١,٤	٢٧,٤	٢٩,٤	٣٨,٢
دهن	جم	٠,٤	٠,٣	٠,٣	٠,٩	٤,٦٨
كالسيوم	مجم	٢٣,٢	٢٣,٠	١٦,٦	١٨,٨	٤٨,٣
فسفور	مجم	٤٧,٢	٥٩,٦	٣٢,٦	٣٠,٦١	٨٩.٤
حديد	مجم	٠.٦٣	٠,٩٦	٠,٣٨	٠,٥٦	٠,١٣
ثيامين	مجم	٠,٠٩	٠,٠٨	٠,٠٨	٠,٠٢	٠,٠٨
ريبوفلافين	مجم	٠,٠٦	٠,٠٨	٠,٠٦	٠,٠٨	١,٨٤
حمض نيكوتينيك	مجم	١,٢٨	١,٤٢	٠,٦٧	٠,٩١	١,٩
حمض اسكوربيك	مجم	٨,٧	١,٩	٣,١	٦,٥	١,٩

خبازى mallow

الإسم العلمى *Malva*

الفصيلة/العائلة: الخبازية Malvaceae

بعض أوصاف

المجموعة تصلح فى الأماكن المعتدلة والدافئة.

والمجموعة قائمة أو زاحفة prostrate حولية أو دائمة ولها أوراق متبادلة مقسمة ومسننة والأزهار بيضاء أو أرجوانية أو وردية وحيدة أو فى مجموعات ويوجد خمسة بتلات والسداة stamina تتحد فى أنبوبة حول الكربلة pestil والثمار تتحد فى دائرة. (Everett)

والـ *Malva moschuta* دائمـة تتحمـل ويبلـغ طولها ١-٣ قـدم لهـا أوراق ٥-٧ مفصصـة lobed مستديرة.

الأسمــاء: بالفرنسية mauve، وبالألمانية Pappel Malve, kraut، وبالإيطاليـة mulvo، وبالأسـبانية morado. (Stobart)

ختم

الختام **seaming compound**

أنظر: تعليب

خثر **to coagulate**

أنظر: لبد flocculate

خد

أخدود فى أسطوانة الطحن **furrow**

أنظر: طحن

خدّ **cheek**

كلا جانبى الوجه تحت العين وأعلا الفم (الفك).

خدر

تخدير **marcosis**

حالة فيها الإحساس موقوف أو مقلل ناتـــج عن دواء.

خدش **to bruise**

ضرر ناتج عن ضرب بدون كسر لسطح الجلد.

خرب

خروب/خرنوب
carob/locust bean/ St. John's bread

الإسم العلمى *Ceratonia siliqua* L.

الفصيلة/العائلة: القرنية Leguminosae

بعض أوصاف

شجرة دائمة الخضرة تصل إلى ١٥ متر تنمو حيث الماء قليل. والأوراق ريشية ولكن لها ٦-١٠ وريقات بيضية لها قوام جلدى. والأزهار كربلة أو سداة أو كاملة تحمـل علـى أشـجار منفصلـة والثمـار قـرون لحمية لونها بنى غامق مستطيلة ومسطحة حـوالى ٢٥ سم فـى الطـول، ٢،٥ سم فـى العرض تحتــوى ١٠-١٢ بذرة صلبة مسطحة وهـى حرة فـى وسـط اللـب البنـى النـاعم وتكون حلـوة لأن المحتـوى السكرى يصل إلى ٥٠٪ وهو من البقول.
(Macrae)

الإستخدام

◈ إستخلاص الصمغ: تستخدم القرون بعد تجفيفها فى الشمس فى الكيك لقرب نكهتها من الشيكولاتة. والشراب يسـتخدم فـى المطبـخ وتـزال القشـرة بالاحتكاك أو بطرق كيماوية. والصمغ مانوجالاكتان manogalactan (تراجاســــــول tragasol) يستخدم بعد إستخلاصه من البذور الصلبة كمثبت

فى الجيلاتى وكمثخن فى منتجات كثيرة مثل الجبن واللحوم المعلبة وكثير من المنتجات المأكلة والأدوية والمنظفات. والبقل يمكن سحقه وعمله كغذاء للحيوانات مثل الخيل والماشية.

(Ensminger)

والبذور العارية تشق والسويداء يفصل عن الجنين ثم يطحن والمطحون يباع كصمغ الخروب. وطريقة أخرى هى أن يحمص ويستخلص السويداء بماء يغلى ويجفف المستخلص.

◈ **مسحوق الخروب:** يعمل هذا المسحوق بسحق القرن الجاف بعد إزالة البذور.

◈ **شراب الخروب:** يعمل الشراب بإستخلاص السكريات من مسحوق الخروب بالماء ثم يغلى إلى الثخانة المرغوبة.

خواص منتجات الخروب

تمتاز شجرة الخروب بأنها تعطى منتجين: القرون ومسحوقها يشبه إلى درجة كبيرة الكاكاو، والبذور والتى تعطى صمغاً.

صمغ الخروب يشبه صمغ الجوار وكلا منهما يتكون من وحدات متبادلة من الجالاكتوز والمانوز. ويحتاج الخروب إلى ماء ساخن ليكون محاليلاً. ولكن خليطاً منه مع ١,٥ مرة من سكر الذرة يعطى ناتجاً يذوب فى الماء البارد. وعموماً فإن الصمغ الذائب فى الماء الساخن لايكون جلاً ولكنه يحسن من مطاطية جل الأعشاب البحرية المصنوع من آجار وكاراجينان. وهو ثابت على مدى واسع من الحموضة والقلوية.

مقارنة بين مسحوق الخروب ومسحوق الكاكاو

الحقائق التالية تبين الفرق بين الخروب والشيكولاتة:

١- يمكن إستخدام الخروب فى بعض الوصفات بدون إضافة محليات ولكن الكاكاو يحتاج إلى سكر أو محليات أخرى.

٢- الخروب لايحتوى أى منشط فى حين أن الكاكاو يحتوى الثيوبرومين القوى.

٣- كلا الخروب ومسحوق الكاكاو منخفض الدهن منخفضان فى الصوديوم ومرتفعان فى البوتاسيوم ولكن يرتفع الصوديوم فى الكاكاو المصنع بالقلوى. وإنخفاض الصوديوم يسمح بإستخدامه فى علاج القلب وضغط الدم كما أن الخروب يحتوى على ٣,٨٪ بروتين وهى نسبه أقل كثيراً من البقوليات الأخرى.

وجدول (١) يوضح المغذيات فى مسحوق الخروب والشيكولاته.

إستخدامات صمغ الخروب

يستخدم كمضاف للأغذية:

١- **منتجات الخبيز:** ٠,٥٪ من وزن الناتج تستخدم لزيادة قوة العجين وتحسين قوام منتجات الخبيز وزيادة عمر الرف وتثبيت محشيات الفطائر والبودنج.

٢- **منتجات الألبان:** يستخدم الصمغ كمثبت لمنع انفصال الدهن والمواد الصلبة والماء فى منتجات الألبان كاللبن والجبن والجيلاتى كما أنها تعطى هذه المنتجات نعومة وإحساس بالغنى فى حين لاتزيد السعرات إلا قليلاً جداً.

جدول (١): المغذيات في مسحوق الخروب والشيكولاته.

وصف الغذاء	الماء %	طاقة سعر	بروتين جم	دهن جم	كربوايدرات: كلية جم	كربوايدرات: ألياف جم	كالسيوم مجم	فسفور مجم	صوديوم مجم	بوتاسيوم مجم
مسحوق (قرن) الخروب	١١,٢	٣٨٠	٣٨	٠,٢	٩٠,٦	٥,٤	٢٩٠	٨١	١٠	٨٠٠
كاكاو (مرتفع الدهن/ للافطار، مصنع قلوياً)	٣,٠	٢٩٥	١٦,٨	٢٣,٧	٤٥,٤	٤,٣	١٣٣	٦٤٨	٧١٧	٦٥١
كاكاو (مرتفع إلى متوسط الدهن، مصنع قلوياً)	٤,١	٢٦١	١٧,٣	١٩,٠	٤٨,٥	٤,٣	١٢٣	٦٤٩	٧١٧	٦٥١
كاكاو (منخفض الى متوسط الدهن، مصنع قلوياً)	٥,٢	٢١٥	١٩,٢	١٢,٧	٥٠,٢	٥,٢	١٥٢	٦٨٦	٧١٧	٦٥١
كاكاو (منخفض الدهن)	٤,٤	١٨٧	٢٠,٢	٧,٩	٥٨,٠	٥,٨	١٥٣	٧٥٢	٦	١٥٢٢

٣- منتجات اللحوم: تثبت وتثخن هذه المنتجات كما أنها تعطى مضغية وقوام اللحم للمنتجات المشابهة للحم.

٤- إستخدامات مختلفة: يستخدم الصمغ كمثبت ومثخن في الحلويات والعقبة المجمدة وجيلاتين السلطة وصلصة السلطة والصلصات.

القيمة الغذائية

كل ١٠٠جم تعطى طاقة قدرها ٣٨٠ سعراً وبها ٣,٨ جم بروتين ٠,٢١ جم دهن، ٩٠,٦ جم كربوايدرات، ٥,٤ جم ألياف، ٢٩٠مجم كالسيوم، ١٠,٠ مجم صوديوم، ٨٠٠,٠ مجم بوتاسيوم، ٢,٠ مجم حديد.

(Ensminger)

الأسماء: بالفرنسية caroube، وبالألمانية Johanisbrot، وبالإيطالية carruba، وبالأسبانية algarroba.

(Stobart)

صمغ الخروب **locust bean gum**

أنظر: خروب

خريز/بطيخ/حبحب/دلاع
watermelon

أنظر: بطيخ

خردل/مستردة
mustard

الإسم العلمى:(أبيض أو أصفر) *Sinapis alba*
(بنى أو شرقى) *Brassica juncea*
الفصيلة/العائلة: الصليبية Cruciferae

بعض أوصاف

حلت *B. juncea* محل *B. nigra* فى خلال عشر سنوات وهذا لاءم القطع الميكانيكى لأن *B. nigra* كانت تحتاج القطع باليد. ويصل النبات فى الطول إلى ١,٥ - ٢,٠ متر مع تكوين قمة من القرون. وتختلف *S. alba* أن الخضرة فيها لونها مع الساق أخضر فاقع مع شعر على السوق الجوفاء. إما *B. juncea* - مع سوق ملآى بالنسيج الاسفنجى المركزى خضراء شاحبة - ناعمة وشمعية. وقرون *S. alba* ٢ - ٣ سم فى الطول مع منقار عند الحرف وسطح خشن شعرى وتحتوى على حتى ٨ بذور فى حين أن *B. juncea* فقرونها حتى ٥ سم أنبوبية ناعمة وبها حتى ٢٠ بذرة.

ونموها بطىء ويمر فى ثلاث فترات:

١) تطور سريع خضرى للألياف والأفرع.

٢) ٣ - ٤ أسابيع أزهار أصفر خلال يونيو

٣) ٦ - ٨ أسابيع يحدث فيها تكون البذور ونضجها.

وهى لاتحتاج إلا إلى النتروجين كسماد و *B. juncea* لها مقاومة خاصة للجفاف ويمكن زراعتها مع مطر قليل ولكن *S. alba* تصلح أكثر مع مطر منتظم. وكلا النوعين لايحتاج إلى مبيدات آفات. وهى تنتج إنتاجاً جيداً.

تخزين البذرة

عند الحصاد فإن البذرة قد تبلغ أقل من ١٠,٥٪ رطوبة وبذا فهى تصلح لتخزين طويل إذا كانت جافة ونظيفة، هذا فى كندا وفى الأماكن الأخرى فيحسن خفض الرطوبة إلى مستويات آمنة للتخزين ويحسن إجراء ذلك بسرعة لأن الفساد يمكن أن يصل إلى البذرة وسرعة هواء التجفيف يجب أن تكون بحيث لاتزيد درجة حرارة البذرة عن ٥٢°م وإلا فإن الفساد من الإنزيمات يدب. ويحدث التخزين فى قواديس.

تشريح البذرة

إن بذرة *S. alba* أكبر من بذرة *B. juncea* وهى تبلغ ١٤٨٠٠٠ بذرة فى الكيلو جرام وقطرها فى المتوسط ٢,٢٢ مم فى حين أن *B. juncea* تبلغ ٤٠٨٠٠٠ فى الكيلو جرام وتبلغ ١,٦٣ جم. وتبلغ القصرة ٤ - ٥ طبقات من الخلايا وداخل هذا يوجد السويداء مع طبقة خارجية من الخلايا لها جدران ثخينة وتحتوى حبيبات دهن وحبيبات اليورونية / بروتينية ثم طبقة خلايا داخلية ضيقة جداً ومضغوطة وليس لها تركيب ظاهر. ويمتلىء مركز البذرة بفلقتين شبه دائريتين بينهما الجنين. ويوجد سرة صغيرة وفويهة. وقصعة الـ *S. alba* تحتوى على عدد كبير من غدد الهلام النباتى mucilage تنفتح على السطح فى حين أن *B. juncea* بها عدد أقل.

والـ *B. juncea* لهـا نوعـان مـن البـذور "بنيـة" و "شرقية oriental" والأولى لها سويداء غامقة وهذا اللون غير موجـود فـى الشرقية مما يجعل الشـرقية ذات لون أصفر ذهبى. وفـى الشرقية فالقصعة عبارة عن ١٢-١٥٪من وزن البذرة وفى البنية ١٩-٢٢٪.

تكوين البذرة

تعطـى الجـداول (١، ٢، ٣) الـتركيب التقريبـى، والأحمـاض الدهنيـة والأحمـاض الأمينيـة علـى التوالى.

جدول (١): التكوين التقريبى لبذور الخردل.

زيت متعادل	٢٤ – ٤٥
S. alba	٢٥ – ٣٠
B. juncea	٣٥ – ٤٥
دهون قطبية	٦ – ١٢
بروتين	٢٠ – ٣٠
كربوايدرات	١٢ – ١٨
جليكوسايد	١ – ٣
فيتينات	٢ – ٣
ماء	٨ – ١٢

جدول (٢): الأحماض الدهنية فى *S. alba* و *B. juncea*.

الحامض الدهنى	*S. alba*	*B. juncea*
بالمتيك	٢ – ٣	٢ – ٤
أوليك	١٦ – ١٨	٧ – ٢٢
لينوليك	٧ – ١٠	١٢ – ٢٤
لينولينيك	٩ – ١٢	١٠ – ١٥
ايكوسانويك	٦ – ١١	٦ – ١٤
اروسيك	٣٣ – ٣٥	١٨ – ٤٩

جدول (٣): الأحماض الأمينية فى *S. alba* و *B. juncea*.

الحامض الأمينى	*S. aiba*	*B. juncea*
	مجم/جم نتروجين	
ليسين	٣٦٢	٣٣٥
ميثيونين	٩٧	١٠٤
سستين	١٢٤	١٥٩
ايزوليوسين	٢٠٧	٢٣٦
لوسين	٤١٢	٣٩٥
فينيل الانين	٢٣٣	٢٤٠
تيروسين	٢٠٦	١٦٧
ثريونين	١٧١	٢٥١

(Macrae)

وزيـت الخـردل الطيـار عديـم اللـون وهـو مضـايق irritating وزيت *S. alba* له عبير بسيط لأنه غير طيار ولكن له طعم "حار" بينما زيت *B. juncea* له عبير لاذع. وداخل خلايا توجد فلقات وهـذه بـها جليكوسيدات. وعندما تمزق الخلايا وفـى وجـود كميات كافية من الرطوبة فإن إنزيـم الميروسـيناز myrocinase يحفـز التفـاعلات التـى ينتـج عنـها الأيزوثيوسيانات isothiocyanate. وفى *S. alba* فإن الجليكوسايد المخزون هـو سينالبين sinalbin وهـو بتكسـيره يعطـى باراهيدروكسـى بينزايـل أيزوثيوسيانـات p-hydroxybenzyl isothiocyanate وفى *B juncea* فـإن الجلوكوسـايد سـينيجين sinigin يعطـى الايـل-أيزوثيوسيانات alyl-isothiocyanate.

المعاملة والإستخدام الغذائى

أن وجود المذاق الحار واللذاعة يسمح بإستخدام طرق مختلفة : الطحن المبتل للبذور الكاملة، والطحن المبتل مع فصل القشرة، والطحن الجاف مع فصل القشرة، والجرش الجاف للبذور الكاملة والجرش الجاف بعد فصل الزيت. فالفرنسيون يستخدمون بذور بنية *B. juncea* ويخلطوها مع النبيذ والخل والأمريكان يستخدمون الطحن مع *S. alba* مع الماء فى طاحونة غروية. ووجود الهلام النباتى فى قشرة البذرة يساعد كثيراً ويضاف كركم turmeric ليعوض اللون الأصفر الباهت ويجعله أصفراً والناتج له نكهة حلوة.

والألمان يستخدمون *S. alba* ولذا فهو غير لاذع ويضاف إليه عشب وتوابل وماء أو خل.

والإنجليز يستخدمون الطحن الجاف لكل من *S. alba* و *B. juncea* ولذا فهو حار ولاذع. ويباع كمسحوق جاف ناعم ولايبدو له أى طعم حتى يتم خلطه بالماء. ويطحن كل من *S. alba* ، *B. juncea* وحدهما حيث يتم أولاً تنظيف البذور وتدريجها للحجم والشكل وتخلط ثم تجفف إلى نسبة رطوبة منخفضة جداً. ثم يتم معاملة القشور بالرطوبة بحيث أن الحبة kernel تكون جافة وفتوتة friable ولكن القشرة تكون مطاطية خفيفاً وأقل قصافة brittleness ثم تنزل على أسطوانات التكسير حيث تفتح القشور وهذه تفصل عن الحبات بالنخل وبتيارات من الهواء. ثم تمر الحبات بعد ذلك إلى أسطوانات السحق reduction rolls التى تحولها تدريجياً إلى مسحوق والدقيق الناتج من *S. alba* لونه كريمى عميق ومن *B. juncea* لونه أصفر ذهبى غنى ويخلطان بدرجات مختلفة تبعاً للناتج المرغوب. وقد يدخل فى المخلوط دقيق القمح مع كركم.

وتستخدم *S. alba* كدقيق فى عمل كريم السلطة والمايونيز فهى تعمل كمنكه ولون طبيعى ولها خواص مضادة للبكتيريا ومضادة للأكسدة وتعمل كمستحلب فى اللحوم ومنتجاتها خاصة السمينة منها وكذلك فى الأسماك السمينة.

خرشوف (كروى) globe artichoke

الإسم العلمى	*Cynara scolymus*
الفصيلة/العائلة: مركبة	Compositae

بعض أوصاف

يشبه الشوك دائم perennial عشبى طويل (١,٢ متر) ويتكاثر أحسن مايمكن بالشكر sucker أو أجزاء من الجذر. (Ensminger)

والجزء المأكلة يتكون من قنابة bract الزهرة غير المتفتحة بجانب تخت الزهرة receptacle ويمكن أكل "القلب" وهو الزهرة غير الناضجة. وقواعد القشرة الجافة scales (Stobart) وكذلك السيقان الطرية.

الإستخدام

نظراً لإرتفاع نسبة التنفس فلايمكن تخزينه لمدة طويلة ولذا يجب خفض درجة حرارة الأنسجة إلى صفر°م بعد الحصاد مباشرة مع رطوبة عالية (٩٠ – ٩٥٪) خلال التخزين والتوزيع. ولمنعه من الاسوداد يعامل بالليمون أو يغمر فى ماء محمض.

وهـو يـدرج بـالحجم والشـكل ومـدى التلـف مـن الحشرات والأمراض ويمكن أن يباع مفرداً أو ملفوفاً فى صوانى ملفوفة وتنكمش بالحرارة.
(Macrae)
وهو يمكن تحضيره كاملاً ويقدم إما بـارداً أو سـاخناً. كما يمكن تعليبه أو تجميده أو تخليله أو يحفظ فى الزيت. (Ensminger)

الإختيار والتحضير

المرغوب منه سمين وثقيل بالنسبة لحجمه وقريب للكروية مع أوراق كبـيرة لحمية ملتصقة خضـراء. والمتضرر منه يظـهر غامقـاً ويتحـول للـون الأسـود بـالطبيخ. ويحضر بأن: ١- يغلى الكل. ٢- يحشـى باللحم وخلافه. ٣- يعامل بحيث يطبخ بالدقيـق. ٤- يطبخ مع سمك أو لحم أو دواجن فى صلصة بيضاء. (Ensminger).

القيمة الغذائية

الكربوايدرات الموجودة بـه أنيولين anulin ولذا يختلف فى الطاقة نظراً لأن الأنيولين يتحـول إلى فركتوز والأنيولين لايهضم. (Ensminger)
كل ١٠٠جم تعطـى ٢١٢ كيلـو جـول وبـها ٨٤,٣٨٪ رطوبة و ٢,٦٦جم بروتين و ٠,٢٠جم دهن و ١١,٩٤ جم كربوايدرات وبها ١٨٥ وحدة دولية فيتاميـــن أ و ٠,٧٨مجم فيتامين ب١ و ٠,٠٦ مجم فيتاميـــن ب٢ و ١٠,٨ مجم فيتامين ج و ٠,٧٦ حمض النيكونيتـك و ٤٨ مجم كالسيوم و ١,٤٦ مجم حديد و ٤٧ مجم مغنيسيوم و ٧٧ مجم فوسفـور و ٨٠ مجم صوديـوم و ٣٩٩ مجم بوتاسيوم ٣٩٩ (Macrae)

و ٠,٧ مجـم حمـض بـانتوثينيك و ٣٢ ميكروجـرام حمض فوليك و ٤,١ ميكروجرام بيوتين.
(Ensminger)

الفوائد الصحية

يحتوى الخرشـوف (كروى) علـى مـواد: ١- تنشـط سيلان الصفراء وعصائر الهضم الأخرى. ٢- تنشط فقد الماء عن طريق البول للماء الزائد فـى الجسم. ٣- خفض سكر الدم.

والأسمـــاء: بالفرنســية artichaut، وبالألمانيــة Artichoke، وبالإيطاليــة carciofo، وبالأسبانيــة aleachofa. (Stobart)

خرشوف صينى Chinese artichoke

الإسم العلمى *Stachys tuberifera*
الفصيلة/العائلة: الشفوية Labiatae

بعض أوصاف

يوجد فى الشرق الأقصى وهو دائم ويمكن أن ينمو إلى ٣٠ – ٤٥ سم فى الإرتفاع مع أوراق خشنة.
والجـزء المأكلـة مـن النبـات يتكـون مــن درنــات مستطيلة تقريباً ٥ – ٨ سم فى الطـول و ١,٥ – ٢ سم فى القطر ويعرف بوجـود أقسام بين العقد/السلمية مقبوضة/ضيقة وتشبه الخرز فى مظهرها.
والكربوايـدرات لاتخـزن كنشا بـل كسـكر ربـاعى أستاكيوز stachyose.

وهو يحضر بالغلى أو التحمير ونظراً لتلونها سريعاً بعد الحصاد فإن الدرنات يجب أن تخزن فى بيئة باردة مغلقة على درجة رطوبة مرتفعة.

خرط

خرائط المراقبة	**control charts**

أنظر: جودة

خرف

خروف	**mutton**

أنظر: حمل

خرق

منحنيات الإختراق
penetration curves

أنظر: تعليب

اختزل

إختزال	**reduction**

أنظر: أكسدة

الخزامى	**lavender**

الإسم العلمى *Lavandula angastifolia*
L. latifolia
L. hybrida

الفصيلة/العائلة: الشفوية Labiatae

بعض أوصاف

يحتوى على ٢٨ نوع عشبى دائم قصير وغالباً عبيرى. وأوراقه متعاكسة مسننة أو ريشية مفصصة وقد تكون شعرية أو غير شعرية والأزهار غير متجانسة ولونها إرجوانى مزرق أو زرقاء أو بيضاء والثمرة تتكون من أربع نقل/جوزيات تشبه البذور four seedlike nutlets. (Everett)

مصدر زيت اللافندر lavender
L. angastifolia
زيت السنبلة spike أقل جودة من اللافندر
L. latifolia
ويختلف فى التركيب الكيماوى وله عبير اللافندر الإنجليزى مع اقتراح الكافور.
ومصدر الـ stoerhas oil *L. stoechas*

الإستخدام

تعطى *Lavandula officinalis* Chaix زيت اللافندر حوالى ٠,٥ – ١,٠٪ عند قمة الأزهار بالتقطير البخارى وهو زيت طازج خشبى فاكهى وعشبى وأهم مكوناته لينالول linalool وخلات الليناليل ويستخدم فى الكولونيا وماء التواليت والروائح الغالية والغسول lotion والليكير liqueurs والأزهار أرجوانية زرقاء والرائحة عبيرية والمذاق عبيرى مر. ويقطع أثناء الازهار ويجفف فى أماكن هاوية أو فى مجففات ٤٠ – ٤٥°م ويعبأ فى أكياس أو بالات.

أما السنبلة الخزامى lavender spike فيستخرج من *Lavender latifolia* (DC) Vill ويستخلص الزيت عند قمة الازهار بالتقطير البخارى وبه

حوالى ٠,٧٥ - ١,٠٪ زيت فاكهى مرغوب وأهم مكوناته لينانول وخلات اللينااليل ويستخدم فى عمل الصابون والمنظفات ومزيلات الروائح deodorants ومبيدات الحشرات.

واللافاندين lavandin يستخرج عند قمة الأزهار بالتقطير البخارى من *Lavandula hybrida* وتعطى حوالى ٠,٥ - ١,٠٪ زيت طازج فاكهى وأهم المكونات لينالول وخلات اللينايل ويستخدم فى الكولونيا والصابون والروائح والمنظفات ومسحوق التلك talcum powders. (Macrae)

خزامى معروفة/ حقيقية — Spike lavender/ true lavender

(الشهابى وأمين رويحة)

الإسم العلمى *Lavandula officinalis*

L. vera

الفصيلة/العائلة: الشفوية Labiatae

بعض أوصاف

عشبة يبلغ إرتفاعها ٣٠ - ٦٠ سم كثيرة الفروع المنتصبة إلى أعلا، أوراقها طويلة مستطيلة ملساء غير مسننة، أزهارها عطرية الرائحة مرة المذاق زرقاء اللون فى مجموعات كالسنابل.

الإستخدام

تستعمل بمقادير صغيرة جداً ممزوجة مع أعشاب أخرى كالسنون وندغ البساتين والناعمة المخزنية فى عمل الصلصات وحساء السمك والطواجن، ومع أعشاب أخرى فى تتبيل الزبد ومع العرعر فى تدخين اللحوم. والمستخدم هو الأوراق الغضة ورؤوس الأفرع حتى وقت الإزهار ولاتصلح للتجفيف.

وتستخدم أزهارها فى إعطاء رائحة جيدة لخزانة الملابس وطبياً تستخدم فى الكدمات والتواء المفاصل وآلام عرق النسا عن طريق مكمدات. وتترك الأزهار لمدة أسبوعين فى زيت الزيتون وفى الشمس ثم يصفى الزيت وتعصر فيه الأزهار.

كما يستخدم مستحلب الأزهار كمشروب لمعالجة إضطرابات المعدة وطرد الغازات والإضطرابات العصبية.

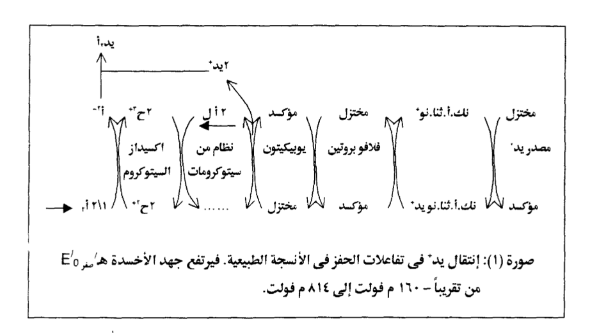
والمادة الفعالة هى زيت طيار مع خلات اللينااليل linalyle acetate.

خزن — to store

تخزين

عندما تقع تفاحة من على الشجرة فإنها تعانى من تلف ميكانيكى والكتل الخلوية وبين الخلوية تختلط ويحدث التفاعلات التى تظهر فى الصورة ١ والتى تعمل على نقل يدˉ والذى يصبح غير ضار بإتحاده ليكون ماء.

وفى النسيج النباتى فإن وجود حمض الأسكوربيك يعمل على حفظ النبات ويتحول إلى حمض دى هيدرواسكوربيك dehydroascorbic acid وهذا الأخير هو الذى يستمر بعد أن ينفذ حمض الأسكوربيك الموجود وبعد ذلك يحدث أكسدة غير عكسية (ثنائى الفينول ⇌ كيتونات بنية، ... إلخ).



صورة (١): إنتقال يد+ في تفاعلات الحفز في الأنسجة الطبيعية. فيرتفع جهد الأخسدة هـ/صفر E'_0 من تقريباً - ١٦٠ م فولت إلى ٨١٤ م فولت.

فالقطع في نسيج التفاح - حيث يصل الأكسجين - فإن النسيج يصبح بنياً بعد فقد حمض الأسكوربيك، وهو في هذه الحالة ناتج عن أكسدة حمض الكلوروجينيك.

وفي الحيوان فإن ذبحه وتصفية دمه يمنع الأكسجين من الوصول إلى النسيج عن طريق دورة الدم. وعلى ذلك فحرق حمض اللاكتيك إلى ك أ٢ وماء يقف ويتجمع حمض اللاكتيك في النسيج العضلي ويقلل من رقم جيد وبذا: ١- يتحسن الثبات التخزيني للحم، ٢- تُنَشَّط بروتينازات الأنسجة مما ينتج عنه تغيرات مرغوبة في قوام ونكهة اللحم. كما يلعب تغير أ.ثلا.ف (أدينوسين ثلاثي الفوسفات) إلى أ.أ.ف (أدينوسين أحادي الفوسفات) دوراً حيث له خواص حسية مرغوبة.

وتحدث تفاعلات ما يارد عندما تتفاعل الأحماض الأمينية والسكريات وينتج عن ذلك تكوين صبغات الميلانويدينات melanoidins أي تحول بني غير أنزيمي. وهذا التفاعل له تأثير غير مرغوب على التخزين نظراً لتكون اللون ولكن أيضاً لأن الأغذية تصبح ناقصة في الأحماض الأمينية الضرورية خاصة الليسين وهذا يزداد في حالة جيد المناسبة ودرجات الحرارة المرتفعة.

وفي أثناء نضج النبات فإن إزالة الأسترة الإنزيمية enzymatic de-esterification وتهدم جزيئات البكتين بواسطة عديد الجالاكتيوريناز polygalacturinases ولياز البكتين pectin lyases يحدث أثناء نضج الفاكهة بفقد تماسك اللحم (اللب).

وفي الفواكه التي تحتوي على أنثوسيانينات مثل الفراولة والكريز وغيرها فإنه يحدث تغير في اللون إما إبيضاض blanching أو تغير في الخضب hue وتنتج من تغير في الأنثوسيانين، فالانثوسيانين مادة حمراء في الوسط الحامضي وعديمة اللون أو أرجوانية في الوسط المتعادل أو زرقاء في الوسط القاعدي.

وأن التخزين الطويل أو السيىء للأغذية التى بها نسبة عالية من الدهن ينتج عنه تكون أحماض دهنية ومايتلو ذلك من تغيرات فى الأحماض الدهنية غير المشبعة أى تزنخ مما قد ينتج عنه فقد الأحماض الدهنية غير المشبعة الضرورية ومما يساعد على ذلك إنزيمات الليبوكسيجينازات lipoxygenases والليبازات lypases.

وفى اللحم فإن إضافة أكسجين ممكنة فحديد الهيم haem يبقى ثنائياً ويتحول اللون الأحمر الغامق إلى لون أحمر فاتح نتيجة تكون الهيموجلوبين أو تحدث أكسدة حقيقية ويتكون ميتميوجلوبين metmyoglobin تبعاً للظروف حيث يمكن أن يصبح لون اللحم رمادياً منفراً. وفى أثناء التدخين يستخدم النيتريت أو النترات للإحتفاظ بلون اللحم حيث ينتج أكسيد النيتروز الذى يتفاعل مع جزىء الهيم.

وليست جميع التفاعلات غير مرغوبة فقد ينتج مواد تعمل على حفظ النبات فالبنزوات تنتج من الفاكسينيين vaccinien والألايلأيزو-ثيوسيانات ينتج من السينيجرين sinignin فى بذور الخردل والاليسين ينتج فى الثوم.

وفى بعض الأحيان يتكون لون بنفسجى غير طبيعى مع الأنثوسيانين عندما تتصل بالقصدير لأنها تخلبه أو لون أخضر ثابت بتأثير خلب الكلوروفيل للنحاس.

ويمكن للـ *Aspergillus* sp. أن تكسر السكريات من خلال الأكسالات

٢ ك$_{٦}$ يد$_{١٢}$ أ$_{٦}$ + ٩ أ$_{٢}$ ← ٦ (ك أ أ يد)$_{٢}$ + ٦ يد$_{٢}$ أ

حمض اكساليك

٦ (ك أ أ يد)$_{٢}$ + ٣ أ$_{٢}$ ← ١٢ ك أ$_{٢}$ + ٦ يد$_{٢}$ أ

---

٢ ك$_{٦}$ يد$_{١٢}$ أ$_{٦}$ + ١٢ أ$_{٢}$ ← ٢٢ ك أ$_{٢}$ + ١٢ يد$_{٢}$ أ

ويحدث التخمر اللاكتيكى بواسطة *Streptococcus* ، *Lactobacillus* والـ *Leuconostoc*.

فالـ *Lactobacillus plantarum* والـ *L. bulgaricus* والـ *Streptococcus lactis* تنتج حمض اللاكتيك. والخضروات المعلبة تتحمض إلى ج$_{يد}$ ٤,٠ فى الفساد المسطح flat souring بواسطة *Bacillus stearothermophilus* أو *B. coagulans*. أما الـ *Lactobacillus brevis* ، *Leuconostoc mesenteroides* ، *Escherichia coli* فتنتج حمض لاكتيك أيضاً ورقم ج$_{يد}$ الناتج هو ٤,٢ تقريباً

٢ ك$_{٦}$ يد$_{١٢}$ أ$_{٦}$ + ٦ يد$_{٢}$ أ ← ٢ ك يد أ يد ك أ أ يد

سكر حمض لاكتيك

+ ك يد$_{٣}$ ك أ أ يد + ك يد$_{٣}$ ك يد$_{٢}$ أ يد + ٢ ك أ$_{٢}$ + يد$_{٢}$

حمض خليك إيثانول

وفى العلب المنتفخة يكون رقم ج$_{يد}$ ٤,٢-٥ وتعمل *Clostridium thermosaccharolyticum* وتتحول السكريات بفعل الخميرة أساساً بتخمر غير هوائى والأنواع الفعالة *Saccharomyces cerevisia* ، *S. pastorianus*

ك$_{٦}$ يد$_{١٢}$ أ$_{٦}$ ← ٢ ك يد$_{٣}$ ك يد$_{٢}$ أ يد + ٢ ك أ$_{٢}$

سكر إيثانول

ويحدث هذا في عصير الفاكهة التي لها رقم جيد أقل من ٤. وإذا كان الأكسجين قليلاً فإن التخمر الخلي يأخذ مكانة بواسطة الـ *Acetobacter* أو في وجود الهواء بواسطة الخميرة *Pichia* sp. التي تحوله إلى ك أ٢ وماء.

وفي السوركراوت تقوم *Clostridium butyricum* ، *C. tyrobutyricum* وغيرهما بإنتاج حمض البيوتريك ذى الرائحة غير المرغوبة من الكربوايدرات أو من حمض اللاكتيك على جيد أعلا من ٤,٢ إذا كان السوركراوت غير مخزن جيداً

ك٦ يد١٢ أ٦ ← ك يد٣(ك يد٢)٢ك أ أ يد + ٢ ك أ٢ + ٢ يد٢

حمض بيوتريك

٢ ك يد٣ ك يد أ يد ك أ أ يد ←

ك يد٣ ك يد٢ ك يد٢ ك أ أ يد + ٢ ك أ٢ + ٢ يد٢

ويقوم *Pseudomonas fluorescens* بكسر الجليسريدات الثلاثية وتفصل الجليسرول وتؤكسد الأحماض الدهنية وينتج عن ذلك رائحة تزنخ rancidity perfume ناتجة عن ميثيل كيتون methyl ketone وقد تنتج عن *Pseudomonas* sp. وبعض البكتيريا أو الفطر.

ويمكن للفطر أن ينمو على الأغذية ومنها *Cladosporium* ، *Aspergillus* و *Penicillium* ، *Mucor* ، *Botrytis* ، *Sclerotinia* وغيرها وتبتدىء في الهدم وقد تنتج زعافات مثل أفلاتوكسين وباتيولين patuline والأوكراتوكسين ochratoxin فإنه في حالة وجودها يجب التنبيه إلى ذلك.

والتعفن putrefaction تغير آخر يحدث لبعض الأغذية وينتج من عدة بكتيريا غير هوائية وهوائية مثل *Clostridium putrefaciens* ، *C. lentoputrescens* ، *C. sporogenes* ، *Bacillus subtilis* ، *Escherichia* ، *Enterobacter* ، *Proteus* ، *Pseudomonas* ، *Alcaligenes* وغيرها ومن أخطرها ما ينتج الزعاف قبل ظهور الرائحة ومن أهمها سالمونيلوسيس salmonellosis والبوتشوليزم botulism الذى ينتج عن *Clostridium botulinum*.

ويحدث عندما يكون تعليب الأغذية غير مرض فإن الأغذية الحمضية الخفيفة والغنية في البروتين تتأثر بعمل *Desulphotomaculum nigrificans* والتى تعمل على إطلاق (كب يد٢) كبريتيد الأيدروجين hydrogen sulfide من الأحماض الأمينية الكبريتية والتى تسبب إسوداد المعادن.

ولو أن النترات الثابتة إذا وجدت بكميات معقولة normal في اللحوم والخضروات تكون عادة مأمونة ولكن ردكتاز النترات nitrate reductase تحول النترات إلى نتريت والذى يتفاعل مع هيموجلوبين الدم ويسبب أنيميا/فقر دم ميتميوجلوبين. وتناول اللحوم المعالجة والتى تعرضت لدرجات حرارة عالية مثل في تحميص الباكون bacon والتدخين الساخن أو في تحضير الهام ham والبيض يكون أكثر خطراً لأنه تتكون النتروزامينات nitrosamines عندما يتفاعل النتريت مع الأمينات الثانوية secondary amines. والنترات والنتريت تكون مفيدة

كمثبطات غير مباشرة لبعض الجراثيم غير المرغوبة خاصة المثبطات المانعة للكلوستريديا.

❖ المعالم التى تؤثر على ثبات التخزين parameters affecting storage stability

هذه المعالم يمكن تقسيمها إلى فيزيقية وكيماوية وأنزيمية وناتجة من الكائنات الدقيقة.

ومن المفيد إعتبار الأغذية إما طازجة أو معاملة فالمعاملة (مسخنة ومجمدة ومجففة ومملحة ومدخنة) يكون لها أقل قدر من نشاط الكائنات الدقيقة وأقل قدر من النشاط الإنزيمى قبل التخزين. فى حين أن الأغذية الطازجة (أى غير معاملة ومخزنة على درجة الحرارة العادية أو الباردة [صفر- ٥°م]) فيمكن يكون بها نشاط كائنات دقيقة ملحوظ.

والمعالم التى لها أهمية فى ثبات التخزين هى: درجة الحرارة والمحتوى الرطوبى والتغليف ومضافات الأغذية (كيماويات مضافة) ولو أن كل معلم سيذكر على حدة إلا أنها عندما تجتمع فى أحسن تأثيراتها يكون لها أحسن تأثير من وجهة النظر العملية.

- **درجة الحرارة temperature**

درجة الحرارة التى عندها يخزن الغذاء لها تأثير كبير خاصة على الأغذية الطازجة فالعمليات البيولوجية مثل تنفس الفاكهة والخضر والنشاط الإنزيمى ونمو الكائنات الدقيقة مثل الفطر على الجبن أو الخبز يمكن أن يقلل إلى درجة كبيرة بإستخدام البرودة (صفر - ٥°م) فى حين أنه يقف تماماً عند التخزين التجميدى (-٢٠°م).

فالتفاعلات الكيماوية يمكن خفضها بمقدار ٥٠٪ إذا خفضت درجة الحرارة من ٢٠-٢٥°م بمقدار ١٠°م ولكن بعض التفاعلات تستطيع أن تسبب تغيرات أثناء التخزين التجميدى إذا طال لعدة أشهر. فالعوامل الفيزيقية والتى ينتج عنها تغيرات فى القوام هى أحد عيوب التخزين التجميدى خاصة فى الأنسجة مثل الخضر واللحوم والأسماك وهذا نتج عنه إستخدام التخزين التبريدى حيث يحتفظ "بالطزاجة" لهذه الأنسجة. وإستخدام التخزين التبريدى مرتبطاً بجو محور يمد من فترة التخزين ولكن بعض الفواكه والخضر يصيبها الضرر التبريدى chilling injury خاصة الموز تحت ١٢°م والطماطم تحت ٧°م والنعناع تحت ٢°م والخيار تحت ٧°م.

أنظر: التخزين فى جو محور.

ويعطى الجدول (١) فترات التخزين التجميدى لبعض المواد، ولكن يجب مراعاة بعض تغيرات القوام. ومن الأمثلة على ذلك الفراولة والتى تفقد كل تماسكها بالتيع thawing مع قطارة drip والتخزين التجميدى للبيض يؤدى إلى تكوين الجل وقوام السمك يصاب بالجشب toughen بعد التخزين التجميدى. واللبن يتلازح والكريمة يوجد بها دهن غير مستحلب بعد التيع. والجيلاتى يترمل sandy نظراً لتبلر اللاكتوز.

جدول (١): تأثير درجة الحرارة.

المادة	درجة الحرارة وعمر الرف		
	درجة الحرارة المحيطة	تبريد[٢]	تخزين تجميدى[٣] (-٢٠°م)
سمك (غير دهنى)	< ١ يوم	٥ - ٧ يوم (صفر)	١٠ - ١٢ شهر
سمك (دهنى)	< ١ يوم	٣ - ٥ يوم (صفر)	٦ - ٨ شهر
لحم (أحمر)	< ١ يوم	٤ يوم (٢)	٦ - ١٢ شهر
خنزير	< ١ يوم	٢ - ٤ يوم (٢)	٣ - ٦ شهر
لبن (مبستر)	٠,٥ يوم	٤ يوم (٥)	_[١]
خبز	٢ - ٤ يوم	_[١]	٣ شهر
بسلة	١ - ٢ يوم	٤ - ٨ يوم (٥)	١٢ شهر
خس (أيسبرج)	< ١ يوم	١٠ يوم (٥)	_[١]
فراولة	١ - ٢ يوم	٣ يوم (٥)	_[١]
كيك (غير لبنية)	٧ أيام	_[١]	٣ شهر

(١) – غير مناسب (٢) درجات الحرارة معطاة بالدرجات المئوية (٣) ملفوف لمنع الجفاف

وعندما يتجمد الماء مكوناً ثلجاً فإنه يزيد فى الحجم بمقدار ٩٪ والماء المتبقى يكون به ذوائب أكثر وهذا يؤثر على القوام بجانب أن بلورات الثلج الصغيرة يمكن أن تكون أساساً لبلورات ثلج كبيرة والتى ينتج عنها هدم الخلايا. كما أن بلورات الثلج يمكن أن تتسامى من سطح المواد المخزنة تجميدياً (- ١٠ إلى - ٣٠°م) مع تغير فى اللون. ومع ذلك فإن التخزين التجميدى لازال مستخدماً لتخزين هذه المواد: الخضر مع سلقها واللحوم والسمك وبالنسبة لمنتجات الخبيز وكذلك الوجبات الكاملة فإن التخزين التجميدى مع المعاملة بالموجات القصيرة microwave لازال هو المستعمل.

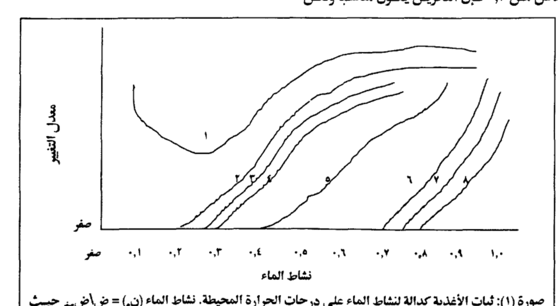
والخبز يتعرض للأجون فإن التخزين التبريدى يزيد من هذا الأجون ولكن التخزين التجميدى على درجات حرارة أقل من - ٢٠°م يمنع الأجون إلى ٣ أشهر.

والمواد الغذائية المحتوية على النشا تعانى من تغيرات فى القوام فجل النشا ينكمش والعجين pastes يثخن مع تحول النشا إلى متكتل lumpy عند التيع. وقد أمكن تحوير النشا لمنع هذه التغيرات غير المرغوبة. ولكن لقلة التغيرات العضوية الحسية فى الأغذية المخزنة تخزيناً تجميدياً مع أقل فقد فى القيمة الغذائية (فقد الفيتامينات) وقلة نمو الكائنات الدقيقة (-٢٠°م أو أقل) يجعل التخزين التجميدى مرغوباً حيث التخزين سيستمر إلى عدة أشهر.

وفـي التخزيـن التـبريدى فـإن بعــض الممرضــات pathogens تنمـو علـى صفـر°م مثـل *Listeria monocytogenes* لذا يقلل من زمـن التخزيـن ويستلزم إستخدام وقت/زمن معين.

• الرطوبة moisture

يمكـن جعل الأغذية ثابتـة ضـد تغيرات الكائنـات الحية وكذلك التغيرات الإنزيمية والكيماوية بخفض محتوى الرطوبة. والصـورة (١) تبـين كيـف يعمـل نشاط المـاء (نم a_w) فـى التغيرات أثنـاء التخزيـن. فأنسجة الأغذيـة الطازجـة لهـا نم أعـلا مـن ٠,٩٥ والمربــى (٣٠٪ رطوبــة) لهــا نم ٠,٧٥-٠,٨٠، والفواكه المجففة (٢٠٪ رطوبة) لها نم ٠,٦٠-٠,٦٥ و العجـائن pasta (١٢٪ رطوبـة) لهــا نم ٠,٥ فــى حين أن الأغذية المجففة مثل البسكويت ورقـائق الذرة corn flakes وبها ٥٪ رطوبة أو أقل لها نم أقل من ٠,٣. ومن صورة (١) فـإن نم إذا حفظـت لأقل مـن ٠,٣ فـإن التخزيـن يكـون مناسـباً ولكـن الأغذية المعاملة التى لها نم منخفض مثـل هـذا، والتـى تستهلك مباشرة - أى لايعاد تمييئها - فـإن قوامها يكون حرجاً فالطزاجة والقصافة crispness لحبوب الأفطار والبسكويت وتشيبس البطاطس هـى أهم توقعات المستهلك فـى هـذه الأغذيـة ولكـن هذه الأغذية مسترطبة لعلو نسبة الكربوايدرات بها ويمكنها إمتصاص ماء مع فقد فى الطزاجة والقصافة أو قوامـها القصـف كمـا أن الصـورة (١) تبـين أن الأغذية المجففة إذا إحتوت على نسب مهمة من الليبيدات يمكن أن تعانى من الـتزنخ التأكسـدى وعلى ذلك فالبطاطس الشيبس وبه زيـت قـدره ٣٥٪ ورطوبة قدرها ٢ - ٣٪ يمكـن أن يكـون عرضة لكـل من النكهات غير المرغوبة مع فقـد فـى الطزاجـة والقصافة خلال التخزين. كما أن الأغذية المجففة والتـى تميـؤ قبل الإستهلاك مثل هريس البطـاطس المجفف dried mash potato يمتص رطوبة مع تكتل مما يؤثر على القوام عند التميؤ.



صورة (١): ثبات الأغذية كدالة لنشاط الماء على درجات الحرارة المحيطة. نشاط الماء (نم) = ض\ضصفر حيث ض ، ضصفر هما توازن ضغط البخار الجزئى للماء فى الغذاء وللماء النقى بالتتابع.
١- أكسدة الدهون. ٢- التلون البنى غير الإنزيمى. ٣- تفاعلات حلمأية. ٤- فقد حمض الأسكوربيك.
٥- نشاط إنزيمى. ٦- نمو الفطر. ٧- نمو الخميرة. ٨- نمو البكتيريا.

بينما الأغذية متوسطة الرطوبة intermediate moisture ولها نم (٠,٦ – ٠,٩) تمثل أغذية معاملة تخزن دون تبريد ولكنها يمكن أن تفقد رطوبة وتصبح جافة بدلاً من قوام خضل moist ومن أمثلة ذلك الكيك والفطائر. ويمكن ضبط فقد الرطوبة بالتعبئة الجيدة وبالنسبة للأغذية متوسطة الرطوبة والأغذية الطازجة فإن نم عالية يمكن أن تسمح لنمو الكائنات الدقيقة خاصة الفطر. ويمكن ضبط تكوين الأغذية متوسطة الرطوبة بإستخدام مثبتات الرطوبة humectants (مثل السكر) ورقم جيد والعطان preservative لمنع هجرة الرطوبة ونمو الكائنات الدقيقة.

وبالنسبة للفاكهة والخضر فأن التنفس يستمر وينتج ماء وهذا يساعد نمو الكائنات الدقيقة إذا لم يزال كأن تخزن فى مكان جاف، وعلى العموم فإن هذا الماء يجب أن يقلل إذا لم نرغب فى تغيرات غير مرغوبة مثل فقد تماسك الخضر الخضراء والبطاطس، وعلى ذلك فتستعمل عادة خفض درجة الحرارة التى تقلل من التنفس.

والخبز به نسبة رطوبة عالية (٣٥ – ٤٠٪) وللمحافظة على تماسك القشرة والتى بها نسبة رطوبة ٣ – ٥٪ فإن الرطوبة التى تهاجر من الداخل إلى القشرة يجب أن يسمح لها بالهروب.

• التعبئة packaging

تعمل العبوة على حفظ الغذاء ومنع التلوث ودخول الكائنات الدقيقة والأكسجين والرطوبة كما أنها تحميها من الضوء وأخيراً فإن ضبط الغازات داخل العبوة أصبح ممكناً.

وبالنسبة للأغذية المعقمة فإن منع دخول الكائنات الدقيقة للعلب المعدنية هو العامل الأول. وقد أستخدمت حديثاً أكياس مرنة ولدائن صلبة حيث يمكن للأخيرة أن تسخن فى أفران الموجات القصيرة ومع إزالة الأكسجين أو تقليله فإن هذه الأغذية المعقمة يمكن تخزينها لمدة قد تصل إلى ١٢ شهر على درجات الحرارة المحيطة. وتعانى الدهون من الأكسدة وتغير اللون والنكهة بتأثير الضوء وعلى ذلك فالتعبئة فى عبوات عكرة opaque يمكن أن يكون مفيداً. وتغير اللون فى العلب المعدنية بواسطة الأغذية عالية رقم جيد والغنية فى البروتين مثل السمك واللحم يمكن تجنبها بإستخدام ورنيش على السطوح الداخلية للعلبة.

وإذا خيف من أكسدة الدهون فإن التفريغ أو غاز خامل مثل النتروجين فى العبوة يكون هو الجواب. والتعبئة تحت فراغ للحوم المعالجة وكذلك إزالة الغازات من القمة flushing للنُقل المحمص مفيدة.

وثانى أكسيد الكربون على -١ إلى +٢°م له تأثير تثبيطى على نمو الكائنات الدقيقة وهذا يسمح للتخزين فى جو معدل مع التخزين التبريدى لإعطاء الأغذية الطازجة عمرا ممتداً وهذا هام بالنسبة للسمك والفواكه والخضر ولكن ليس للأغذية اللبنية (الجدول ٢). وللحوم مثل اللحم الأحمر الطازج فإن التخزين على مستويات عالية من الأكسجين ٧٠–٨٥٪ يحتاج إليه للمحافظة على اللون الأحمر وإلا يظهر اللون البنى. ومع السمك الزيتى استخدم جو خال من الأكسجين مع

نيتروجين عال لمنع العبوة من الإنهيار نظراً لإرتفاع نسبة ذوبان ثانى أكسيد الكربون فى لحم السمك. ويوجد تغطية coating تستخدم مع الفواكه الناضجة وهى مأكلة وغير مرئية وعديمة الطعم والرائحة وتقفل على الفاكهة فى جوها المعدل الخاص وتثبط التنفس وبتثبيط الأكسجين من الدخول ولكنها تسمح لـ ك أ٢ بالخروج وبذا تمنع التأثير غير الهوائى الذى يؤدى إلى طعوم غير مرغوبة.

(أنظر: التخزين فى جو مضبوط)

جدول (٢): أمثلة على إستخدام الجو المعدل لمد حياة الأغذية.

الغذاء	مخلوط الغاز (٪)			عمر الرف
	أكسجين	ك أ٢	نتروجين	أيام (°م)+
سمك (منخفض الدهن)	٣٠	٤٠	٣٠	١٠ (صفر) ٥ (+٢)
سمك (زيتى)	–	٦٠	٤٠	١٠ (صفر) ٥ (+٢)
لحم (أحمر)	٧٥ – ٨٥	١٥ – ٢٥	–	٢١ (صفر) ٧ (+٢)
	أو ٧٠	٢٠	١٠	٢١ (صفر) ٧ (+٢)
دواجن	–	٩٠	١٠	١١ (+٢)
لحم (مطبوخ)	–	–	١٠	١٠ (+٢)
منتجات خبيز (غير لبنية)	–	٢٠ – ٧٠	٣٠ – ٨٠	٣ أشهر (جو محيط)
فراولة	١ – ٣	٤ – ٦	٩١ – ٩٥	٧ (+٥)
خس (ايسبرج)	٢ – ٣	٥ – ٦	٩١ – ٩٣	٢١ (+٥)

+ = درجات حرارة منوية بجوارها مدة التخزين بالأيام.

• مضافات الأغذية food additives

أن وظائف هذه الكيماويات بما فيها الملح والسكر والخل يمكن تلخيصها فى:

١ – ضبط التغير من الكائنات الدقيقة مثل العطان وضبط ن٢.

٢ – ضبط التغيرات الإنزيمية مثل ضبط رقم جيد والكبيريتيت (كب أ٢).

٣ – ضبط التغيرات الكيماوية مثل مضادات الأكسدة والكبريتيتات.

٤ – ضبط التغيرات الفيزيقية مثل المستحلبات والمثبتات.

وإستخدام الملح تقليدياً كان لضبط ن٢ وبذا يعمل على تقليل نمو الكائنات الدقيقة. فإن العطان كان له تأثير حتى فى تركيزات منخفضة (جدول ٣). ولو أن الأغذية عالية الحموضة (جيد < ٤) تعمل على تقييد نمو الكائنات الدقيقة فإن العطان فى جدول (٣) يضبط نمو الكائنات الدقيقة حتى جيد ٦,٥. ومعظمهما أحماض ضعيفة ووجود الحمض غير

المتأين ضرورى للعمل ضد الكائنات الدقيقة وهذا العطـان يسـمح بـالتخزين علـى درجـة الحـرارة المحيطـة (الحجـرة) لمـدد طويلـة مثـل حمـض البـنزويك فـى هريـس squashes الفواكـه أو النتريت فـى اللحـوم المعالجـة والنيسين nisin - وهو ببتيد عديـد ومضـاد للبكتريـا - يستخدم مع اللبن ليعمل ضد البكتريـا وليس ضد الخميرة أو الفطر ويستخدم أيضاً فى الجبن المعامل.

والمحفوظات preserves منخفضة السكر تحتـاج إلى عطان غالباً حمض سوربيك لمنع نمو الفطر. كمـا أن مـواد المـد spreads/البسـط ذات نسبة الدهن المنخفضة حيث يتم إستخدام ٣٠٪ دهن بدلاً من ٨٠٪ فى المرجرين مع زيـادة فـى $ن_م$ ممـا يـؤدى إلى نشـاط الفطـر فيستخدم حمـض سوربيـك.

ويختلـف النشـاط الإنزيمـى مـع رقـم $جـ_{يد}$ ويقلـل بخفض رقم $جـ_{يد}$ إلى أقل من ٤ (بإستخدام الخل مثلاً) كما يستخدم $كب_{أ٢}$ أو الكبريتيت مع شيبس البطاطس خلال التخزين التبريدى أو التجميدى كما يمكن إستخدام حمض السيتريك أو الليمـون فـى غمـس شـرائح التفـاح. ويمكـن منـع نشـاط البيروكسـيداز بالمعاملـة الحراريـة أو $جـ_{يد}$ أو الكبريتيتات.

وأكسدة الدهـون يمكن وقفها بإستخدام مضادات الأكسدة الفينولية مثـل التوكوفيرول وأيدروكسى الأنيسـول البيوتلى وأيدروكسى تولويـن البيوتيلى بتركيزات أقل من ٢٠٠ جزء فى المليـون وكثيراً مايضاف حمض الأسكوربيك لتأثيره التآزرى.

جدول (٣): أمثلة على استخدام العطان.

العطان	استخدامه	أقصى نسبة (مجم/كجم)	الكائن الحى المتأثر
حمض البنزويك والبنزوات	عصائر الفاكهة	٨٠٠	الخمائر والفطر
حمض السوربيك والسوربات	الجبن	١٠٠٠	الخمائر والفطر
	مواد البسط منخفضة الدهن	٢٠٠٠	
حمض البروبيونيك والبروبيونات	الخبز	٣٠٠٠ مجم/كجم دقيق	الفطر
$كب_{أ٢}$، كبريتيتات، كبريتيت	عصائر الفاكهة	٣٥٠	
أيدروجين وميتا بيكبريتيت+	المربى	١٠٠	كائنات دقيقة
	الفاكهة الجافة	٢٠٠٠	
نيتريت ونترات	اللحوم المعالجة	١٥٠ (نتريت <٥٠)	بكتريا
نيسين	الجبن المعالج	٥٠٠ وحدة دولية/جم	بكتريا

+ يثبط أيضاً الانزيمات.

ويمكن المحافظة على حالة المنتج فيزيقياً بالمحافظة على خواص الإنسياب الحر للمسحوق مثل ملح الطعام أو السكر بإستخدام مضادات الكعكعة. وتثبيت مستحلبات الزيت في الماء (مثل كريم السلطة) ومثبتات الرطوبة مثل السكر والجليسرول تعمل على منع فقد الرطوبة وبالتالي ينتج قوام جاف. وكثيراً مايكون القوام متوقفاً على نظام غروى مثل مستحلب أو جل أو رغوة وإضافة المضافات ضرورى في هذه الحالة لتثبيت هذه الأنظمة خاصة إذا كان تخزين طويل مرتقب على درجات حرارة منخفضة.

وتعمل المستحلبات كالتى توجد فى صفار البيض (ليسيثين) على حفظ المستحلبات فى صلصة السلطة والمايونيز والمرجرين والجيلاتى والأخير يدخل فيه هواء أثناء التجميد ليكون رغوة صلبة، وتستخدم مثخنات لزيادة اللزوجة وبذا تمنع إنفصال الزيت والماء وهذه المثخنات (المثبتات) قد تكون سكريات عديدة مثل النشا ومستخلصات الحشائش المائية مثل الألجينات والكاريجيناتات أو مستخلصات نباتية مثل الصمغ العربى وصمغ الخروب والبكتينات والزانتان والأخير ينتج بواسطة الكائنات الدقيقة. كما تستخدم هذه الغرويات المائية المذكورة أخيراً فى المحافظة على قوام المواد الغذائية المبردة والمجمدة خاصة منتجات الألبان مثل الجيلاتى والزبادى. وكذلك تستخدم المستحلبات لتأخير أجون الخبز، وإستخدام الإستيارات الأحادية الجليسرول فى هريس البطاطس لمنع الإلتصاق عند إعادة التميؤ.

إن العملية الحديثة (سوفيد) sous vide أو نوفيل كارت novelle carts (تحت فراغ أو كارت جديدة) تتضمن تعبئة مفرغة فى عبوة تقاوم الحرارة ثم الطبخ تحت الفراغ فى فرن بخار خضل moist على درجة حرارة أقل من ١١٠°م ثم التبريد بسرعة والتخزين على ١-٤°م لمدة قد تصل إلى ثلاثة أسابيع وهذا يمثل التخزين التبريدى والتعبئة المناسبة مع البعد عن الأكسجين لزيادة عمر الرف وقد عزى لهذه الطريقة الإحتفاظ بالنكهة والقوام والمغذيات مع كونها خالية من البكتيريا. وحيث يستخدم التخزين التبريدى فإن عمر الرف يقاس باليوم وليس هناك إساءة فى التخزين كما يحدث فى التخزين التجميدى. وإن زيادة إستخدام التخزين التبريدى بدلاً من التخزين التجميدى يساعد على الإحتفاظ بالطزاجة بعكس الأغذية المجمدة والتى لها صورة معاملة. فالمهم إختيار إرتباطات مختلفة بين المعالم المختلفة: درجة الحرارة والرطوبة والتعبئة وإستخدام الكيماويات للحصول على أحسن النتائج.

إختبار عمر الرف shelf-life testing

من المهم تقدير عمر الرف لمنتجات الأغذية وأن يكون هناك طرقاً لتقدير عمر الرف من أجل: ١- تقدير تأثير إضافة مكونات جديدة أو مضافات على عمر الرف. ٢- تقدير تاريخ يتم عنده إستخدام المنتج حتى يمكن للمستهلك أن يكون فكرة عن مدة مقبولة للتخزين. ٣- أن يضمن أن الأغذية تقابل ماهو يتكون فى الروشم بالنسبة للمغذيات وخلافه.

والجدول (٤) يعطى العوامل التى تحد من عمر الرف فى بعض الأغذية.

جدول (٤): العوامل التى تحد من عمر الرف لبعض الأغذية.

الغذاء	العامل
الخبز	نمو الفطر
	فقد الرطوبة ، الأجون
حبوب الإفطار	التزنخ ، كسب الرطوبة،
	فقد الفيتامينات
العجائن (جافة)	فقد أو كسب الرطوبة
	فقد اللون
	كسب نكهات غير رغوية
أكلات خفيفة محمرة:	
طازجة	نمو الممرضات / فساد
	كائنات دقيقة - تجريح
مجمدة	تغير فى جودة الخواص الحسية
	تغير فى اللون / تزنخ
	فقد الرطوبة
لحوم طازجة	نمو بكتيرى
	فقد اللون
السمك	تكسر بكتيرى
سمك مجمد	تزنخ الدهون
	مسخ البروتينات (جشب)
منتجات لبنية ولبن	نمو بكتيرى
	حلمأة الدهون
	تغيرات فى النكهة
جيلاتى	تغيرات فى القوام
	أكسدة الدهون
لبن مبخر	فقد الفيتامينات
صلصة السلطة	تكسر المستحلب
	تغير فى اللون والنكهة

والأغذية تحتوى فى الروشم عادة مايدل على عمرها كالمصطلحات "بع بتاريخ" و "أحسن قبل" و "استخدم بتاريخ". وإذا أجريت تجارب فإن العينات يجب أن تكون ممثلة للكل وأن تشمل أى عينة متطرفة للمنتج وأن يتم إختبارها على فترات أثناء الإنتاج خاصة بعد أى تغيير فى المكونات أو طريقة الإنتاج. وهذه يجب أن تعمل على:
١- تقرير الأسباب الرئيسية للفساد (جدول ٤).
٢- معرفة العوامل التى تضبط الجودة خلال الإنتاج مثل المضافات. ٣- عوامل البيئة مثل درجة الحرارة ونسبة الرطوبة والضوء. ٤- نوع وخواص مواد التعبئة المستخدمة مثل نفاذية الأكسجين والضوء والرطوبة. ٥- حركة التفاعلات التى تؤدى إلى فقد الجودة فى الغذاء.

عوامل التقبل acceptability criteria

يتوقع المستهلك غذاءاً صحياً لايسبب مرضاً ويكون جذاباً فى المظهر وقيمته الغذائية جيدة. وعلى ذلك فإن الغذاء يجب أن يكون خالياً من أى كائنات دقيقة ممرضة ومنخفض المحتوى من الكائنات المفسدة وخال من النكهات غير المرغوبة وألا يكون فيه أى تغير فى اللون أو المظهر العام وليس به أى فقد فى القوام وقيمته الغذائية عالية. وعلى المنتج أن يحدد الحدود المناسبة للمنتج وأن تكون هذه جزءاً من مواصفاته.

طرق الإختبار

طرق الأختبار تتضمن إختبارات كيماوية وفيزيقية وكائنات دقيقة وتقديرات حسية. والإختبارات

الكيماوية عادة طويلة وإختبارات الكائنات الدقيقة والإختبارات الحسية عادة أسهل فى الأداء.

الكائنات الدقيقة microorganisms

يتضمن ذلك أن يضمن أن المنتج خال من أى كائنات دقيقة سامة وخالية من زعافها ويوجد الآن طرق تختصر مدة الإختبار.
(أنظر: فساد الأغذية)

السميات والزعاف

يوجد طرق لمعرفة سمية المواد وكذلك الزعاف فمثلاً يوجد طرق لمعرفة المعادن السامة مثل الزئبق أو الرصاص عن طريق الإمتصاص الطيفي absorption spectrometry. أما الزعاف أفلاتوكسين فهو يعرف بخواص الإستشعاع fluorescent properties لهذا المركب.
(أنظر: سميات فطرية).

تغيرات النكهة flavor changes

يتضح من جدول (٤) أن عمر الرف للأغذية غير القابلة للتلف يحدده تغيرات فى النكهة أو ظهور روائح غير مرغوبة وكذلك نكهات غير مرغوبة مثل إنتاج مركبات كربونيل طيارة من أكسدة الدهون. وهذا التغير فى النكهة يمكن تتبعه بواسطة طرق حسية أو بإستخدام طرق تحليلية مثل كروماتوجرافيا الغاز للحيز العلوى head space gas chromatography فالمواد الطيارة التى تنتج من المنتج الغذائى توجه إلى عمود كروماتوجرافى إلى فرن منظم حرارياً thermostatically controlled حيث غاز حامل يحرك مركبات النكهة خلال العمود حيث يحدث إختبار طبيعى يتوقف على قطبية المواد المعبأة (الطور الثابت) للعمود والتركيب الجزيئى للمواد الطيارة. وفى النهاية المركبات المفصولة يتم تحديدها وتسجل كقمم وتعرف القمم بمقارنة وقت الإحتفاظ retention times مع مراجع standards أو مع إزدواج الكروماتوجراف مع مطياف الكتلة mass spectrometer (أنظر: كروماتوجرافيا، مطياف الكتلة).

اللون colour

يمكن تتبع اللون آلياً بجهاز هنتر مع قياس قيم ل،أ،ب Hunter L, a & b values أى قياس بياضها وإحمرارها وإزرقاقها. (أنظر: لون)

قوام texture

خواص مثل التماسك والطزاجة والقصافة والعصيرية والمضغية يمكن تحديدها. وقوام بعض الأغذية يمكن قياسه بجهاز الإنسترون Instron الذى يمكنه تحديد الإختراق penetration والإمتدادية extensibility والقص shearing.
(أنظر: قوام)

طرق حسية sensory methods

يوجد عدد من الطرق الحسية لقياس تقبل الأغذية وهذه الطرق يمكن تقسيمها إلى طرق تأثيرية affective (أى تسأل عن رأى أو إختيار) وطرق غير تأثيرية non-affective وتتطلب تعيين درجة

تفضيله score وعادة يستخدم الأخير بإستخدام هيئة تذوق تعطى درجات للناتج.
(أنظر: طرق حسية)

التنبؤ بعمر الرف prediction of shelf life

لقد طبقت حَرَكيات التفاعلات على فقد جودة الأغذية وهى تمثل بالمعادلة الآتية:

$$- \frac{د أ}{د ت} = ث \times أ^ن \qquad - \frac{dA}{dt} = KA^n \qquad (1)$$

حيث أ هى عامل الجودة الذى يتم قياسه A

ت هى الزمن t

ث ثابت يتوقف على درجة الحرارة ونشاط الماء K

ن قوة تعطى رتبة التفاعل n

$\frac{د أ}{د ت}$ هو معدل تغير أ مع الزمن dA/dt

حركيات رتبة الصفر zero order kinetics

إن رتبة التفاعل ن تعرف إذا كان المعدل يتوقف على قيمة أ فكثير من الأنظمة تعتبر أنها رتبة الصفر (ن = صفر). وعلى ذلك يكون معدل الفقد ثابتاً تحت ظروف ثابتة من درجة الحرارة وخلافه

$$- \frac{د أ}{د ت} = ث \qquad - \frac{dA}{dt} = K \qquad (2)$$

وهذه يمكن أن توجد بالتكامل integrate ليعطى

أ = أ~صفر~ – ث ت   أو   أ~م~ = أ~صفر~ – ث ت~س~

$$A = A_0 - Kt \qquad or \qquad A_c = A_0 - Kt_s$$

حيث أ~صفر~ = هى قيمة الجودة الأصلية A_0

أ = قيمة الجودة عند زمن ت A

أ~م~ = قيمة أ عند نهاية عمر الرف A_c

ت~س~ = عمر الرف باليوم، أو الشهر أو السنة t_s

أ يمكن تحديدها تحليلياً أو بهيئة تذوق taste panel وإذا كانت أ~صفر~ يفترض أنها ١٠٠٪ جودة، أ~م~ هى الجودة التى يمكن قبولها بالكاد

$$إذا\ ث = \frac{أ_{صفر} - أ_م}{ت_س} = \frac{١٠٠٪}{ت_س} \qquad (3)$$

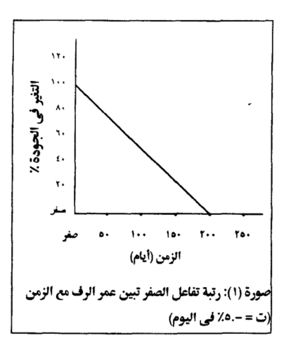
$$K = \frac{A_0 - A_c}{t_s} = \frac{100\%}{t_s}$$

وعلى هذا الأساس يمكن التنبؤ بعمر الرف لأى غذاء عند درجة حرارة معينة إذا عرف تغير الجودة عند أى وقت. فمثلاً عُرف أن غذاءاً ما فقد ٢٥٪ من قيمته فى ٥٠ يوم عند حفظه على ظروف ثابتة إذا فمعدل الفقد يكون

$$ث = \frac{أ_{صفر} - أ}{ت} = \frac{١٠٠ - ٧٥}{٥٠} = ٠,٥٪\ كل\ يوم \qquad (4)$$

$$K = \frac{A_0 - A}{t} = \frac{100 - 75}{50} = 0.5\%\ per\ day$$

ويمكن الحصول على نفس النتيجة من الصورة (١).



صورة (١): رتبة تفاعل الصفر تبين عمر الرف مع الزمن (ت = -٠.٥٪ فى اليوم)

وتفاعلات الأغذية التى تعطى رتبة الصفر ومنها التفاعلات الأنزيمية والتلون البنى غير الإنزيمى والتزنخ. ولكن ن يمكن أن تتغير فى التفاعلات من صفر إلى ٢.

حركيات الرتبة الأولى first-order kinetics

بعض الأغذية تتدهور بواسطة حركيات الرتبة الأولى (ن =١) أى أن فقد الجودة يعتمد مباشرة على الكمية المتبقية

- د أ \ د ت = ث أ١ $\quad - dA/dt = KA_1 \quad$ (٥)

والتكامل يعطى

لن (أس / أصفر) = −ث تس $\quad \ln = \left(\frac{A_c}{A_0}\right) = -Kt_s$ (٦)

وتوقيع أصفر\أس على ورق نصف لوغاريتمى semi-logarithmic plot عند الزمن (ت) يعطى خطاً مستقيماً مع ميل ث. وأمثلة مايتبع حركيات الرتبة الأولى تشمل نمو الكائنات الدقيقة على اللحم الطازج والسمك وإنتاج الكائنات الدقيقة للروائح غير المرغوبة وفقد الفيتامينات فى الأغذية المعلبة والمجففة وفقد جودة البروتين.

تأثير عوامل البيئة

effect of environmental conditions

أثناء تخزين الأغذية فإن عوامل البيئة تتغير مع تغير درجة الحرارة ونسبة الرطوبة والأكسجين مثلاً ويمكن إدخالها فى التنبؤ بعمر الرف. فمثلاً بالنسبة لدرجة الحرارة تقاس حساسية الأغذية لتغيرات درجة الحرارة وتعرف بالقيمة ك١٠ فى التفاعل:

معدل تغير الجودة

ك١٠ = التغير عند درجة الحرارة (γ + ١٠°م) / المعدل عند درجة حرارة γ°م (١٧)

أو

ك١٠ = عمر الرف عند γ°م / عمر الرف عند (γ + ١٠°م) (٧ب)

rate of quality

$$Q_{10} = \frac{\text{change at temperature } (T + 10^\circ C)}{\text{rate at temperature } T^\circ C}$$

or

$$Q_{10} = \frac{\text{shelf life at } T^\circ C}{\text{shelf life at } (T + 10^\circ C)}$$

وعموماً فكلما كانت ك١٠ مرتفعة كلما كان الغذاء حساساً لتغيرات درجة الحرارة كما يتضح من جدول (٥).

جدول (٥): قيم ك١٠ لبعض الأغذية.

نوع الغذاء	قيمة ك١٠	مقياس إنتهاء عمر الرف
قد طازج	٤,٤	نمو الكائنات الدقيقة
لبن معقم	١,٧١	تغير النكهة
لبن مبستر	٢,٦٤	>١٠^٦ وحدات تكون مستعمرات/مل
بيض مبستر	٥,٣٧	تغير النكهة
بيض مجفف بالرش	١,٢١	٦٠٪ فقد فى فيتامين أ
مرجرين	١,٩١	٢٥٪ فقد فى فيتامين أ
فاصوليا زبدية معلبة	١,٧	٢٠٪ فقد فى الثيامين

ويجب ملاحظة أن هذه الطرق التنبوئية تعطى نتائج تقريبية ولو أنها نافعة جداً.

إختبارات عمر الرف المُسَرّعة
accelerated shelf-life tests

تستخدم هذه الإختبارات لمعرفة عمر الرف في بعض المنتجات. فتخزن المواد الغذائية على ٣٧°م ونسبة رطوبة العادية بالنسبة لحبوب الأفطار، والتخزين على -٥، -١٠°م مع دورات تيع وتجميد بالنسبة للأغذية المجمدة ... إلخ. ويمكن تحويل هذه النتائج إلى قيم ك. للحصول على عمر رف واقعي عند درجة حرارة التخزين.

وقد تم عمل إختبارات للزيوت فيمكن معرفة إستعداد الزيت أو الدهن للتزنخ بإستخدام أحد هذه الطرق: إختبار شال Schaal oven test أو إختبار سيلفستر Sylvester test أو إختبار سويفت Swift test حيث يتم تهوية الزيت عند درجة حرارة ٩٨°م وتقدر قيم البيروكسيد peroxide values على فترات منتظمة للحصول على فترة حث للزيت. وقد تمت تألية هذا الاختبار بجهاز رانسيمات Rancimat apparatus. (Macrae)

خس

lettuce	**خس**
Lactuca sativa L.	الإسم العلمي
Compositae	الفصيلة/العائلة: المركبة

بعض أوصاف

يزرع في المناطق المعتدلة وتحت الإستوائية والإستوائية وهو حولي وهو يمت بصلة إلى الخس البري *L. scariola* وهو يكون وَرْدِيَّة rosette من أوراق كبيرة وطويلة ولها شكل الملعقة وحروفها معرجة عند الحافة ومن وسط الوردية يخرج ساق أسطوانية تقريباً وتضيق بسرعة جداً وتتفرع عند حوالي ٣/١ الإرتفاع ويتكون فوقها أوراق تحيط بالساق وتصبح أضيق عندما تقترب من القمة.

وقد قسم البعض الخس إلى أربعة أقسام: ١- الرأس head type كابيتاتا *capitata*. ٢- للقطع أو الأوراق cutting or leaf type كريسبا *crispa*. ٣- ملعقي أو روماني cos or Romaine لونجيفوليا *longifolia*. ٤- أسباراجس أو ساقي asparagus or stem lettuce أسباراجينا *asparagina*.

من وجهة نظر التشكيل morphology فإنه يوجد ٦ أصناف رأس متجعدة crisphead ورأس زبدية butter head والملعقي cos والورق والساق واللاتين latin.

كما أن البعض الآخر قسم ١٥٠ صنفاً - منها ٢٠ -٢٥ صنفاً مهماً تجارياً - إلى ثلاثة أقسام:

١- أقسام زبدية: أصناف تعطي رأس الكرنب وأصناف ناتئة bunching.

٢- أصناف متجعدة crisp: أصناف تعطي رأس الكرنب وأصناف ناتئة.

٣- الخس الملعقي cos varieties: أصناف أوراقها ملوقية spatulated وأصناف أوراقها رمحية lanceolate-leaved وأصناف أوراقها مفصصة lobed leaved varieties.

والخس الرأس له سوق غير متفرعة عادة تبقى ٣٠ سم في الطول وتتكون الورقة الأولى وقد تصل في الطول إلى أكثر من ٣٠ سم وبعد بعض الوقت تنتج أوراقاً أخرى وتكون "جلدا" للأوراق الجانبية.

والأصناف المتجعدة crisp head عادة كبيرة وثقيلة وقوامها قصف ومطبقة بحدة مع أوراق خضراء من الخارج وأوراق بيضاء أو مصفرة من الداخل. والخس الملعقى cos (Romaine) له رؤوس مستطيلة تتكون من أوراق طويلة مع أضلع وسطية midrib ثقيلة والأوراق الخارجية خشنة المظهر ولونها أخضر غامق فى حين أن الأوراق الداخلية قوامها رفيع fine-textured ولونها أخضر فاتح. والخس السوق يقشر ويستخدم خاماً raw أو مطبوخاً. والخس اللاتين أوراقه مطاولة إلى حد ما ولكن أكثر جلدية عن الخس الملعقى. والرأس الزبدة butter head يتميز بأوراقه المتجعدة crumpled ولها قوام ناعم جداً زبدى وعروق وأضلع وسطية أقل ظهوراً عن الخس الملعقى.

القيمة الغذائية

يعطى جدول (١) القيم الغذائية لبعض أصناف الخس. (Macrae)

والأسماء: بالفرنسية laitue وبالألمانية Lattich Gartensalad وبالإيطالية lattuga وبالأسبانية lechuga. (Stobart)

جدول (١): المكونات الغذائية للخس.

الصنف	الطاقة كيلوجول	ماء جم	بروتين جم	دهن جم	كربوايدرات جم	فيتامينات					معادن			
						أ وحدة دولية	ب١ مجم	ب٢ مجم	نياسين مجم	ج مجم	كالسيوم مجم	حديد مجم	مغنسيوم مجم	فوسفور مجم
رأس زبدية	١١	٩٦	١,٢	٠,٢	١,٢	١٢٠٠	٠,٠٧	٠,٠٧	٠,٤	٩	٤٠	١,١	١٦	٣١
الخس الملعقى	١٦	٩٤	١,٦	٠,٢	٢,١	٢٦٠٠	٠,١	٠,١	٠,٥	٢٤	٣٦	١,١	٦	٤٥
الرأس المتجعد	١١	٩٥	٠,٨	٠,١	٢,٣	٣٠٠	٠,٠٧	٠,٠٣	٠,٣	٥	١٣	١,٥	٧	٢٥

خس النعجة — corn salad / lamb's lettuce

الإسم العلمى *Valerianella locusta / olitoria*

الفصيلة/العائلة: الناردينية Valerianaceae

بعض أوصاف

حولى أو سنتين عديم الشعر والأوراق فى أزواج على السوق وهى عادة مسننة والأزهار صغيرة فى رؤوس كروية مزدحمة أو عناقيد متفرعة ضيقة ولونها مبيض أو وردى والثمار الصغيرة لها ثلاثة أقسام كل قسم له بذرة وتوجد فى حقول الحبوب (ومن هنا الإسم). وهى تتحمل وتنجح فى أى تربة. وقد تكون لها أوراق خضراء أوبرونزية أو محمرة وهى تصلح لعمل السلطة. (Everett)

خشخش

خشخاش — opium poppy

الإسم العلمى *Papaver somniforum*

خشخاش منثور — field poppy / corn poppy

الإسم العلمى *Papaver rhoeas*

الفصيلة/العائلة: الخشخاشية Papaveraceae

بعض أوصاف

حولية ملآى باللبن أو سنتين أو دائمه عشبية والأوراق ريشية مفصصة أو مقسمة أو مسننة والأزهار لها ٢ أو ٣ أو ٤ أو ٥ أو ٦ سبلات sepals وعديد من السداة stamens.

والخشخاش (الأفيون) opium poppy هو مصدر الأفيون. وهذا النوع هو أيضاً مصدر بذور الخشخاش الذى يستخدم فى الخبز والحلويات وأغراض الطبخ الأخرى.

وهو ممنوع زراعته فى كثير من البلاد.

والخشخاش المنثور يبلغ ١-٣ قدم فى الطول عادة عديم الشعر أو به شعر غير منتظم والأوراق عادة غير منتظمة مفصصة ومسننة. والبتلات قد تكون حمراء أو قرمزية scarlet أو أرجوانية أو بيضاء مع حروف حمراء وكل منها له بقعة سوداء فى القاعدة وتبلغ ٢ بوصة أو أوسع فى العرض والأصناف المزروعة خالية من الأنثوسيانين الأسود.

خشف

خشاف **khoushaff**

شراب يعمل من الزبيب والتين ونحوها من الفواكه بعد نقعها أو اغلائها فى الماء (معرب: خوش آب).

(المعجم الوسيط)

الخشكار **whole wheat bread**

أنظر: خبز

خشم

خشم/الخشام/ضعف حاسة الشم **anosmia**

أنظر: حاسة الشم

خيشوم **gill**

أنظر: سمك

خصر

خاصرة/فيلية **loin/tenderloin**

أنظر: لحم

خص

خصائص الحفظ الجيد
keeping qualities

أنظر: جودة

خصا

خصى/ذكر ماشية خصى عند البلوغ
stag

خُصَى الثعلب **orchis**
early purple orchid

الإسم العلمى *Orchis mascula*

الفصيلة/العائلة: السحلبية
Orchidaceae (orchid)

بعض أوصاف

يبلغ فى الطول ٦ بوصة إلى ٢ قدم وله سنبلة بيضية ovoid spike إسطوانية وله أزهار غامقة أرجوانية قرمزية crimson ولها شفاه مفصصة إلى ثلاثة ومبقعة جداً.

يحضر منه شراب يسمى السحلب salep.

(Everett)

خَضب

خَضْب / خُضُوب hue

أنظر: لون

خَضَرَ

الخضروات

الخضروات أغذية حمية للإنسان تعطى الكربوايدرات والبروتين والمعادن والفيتامينات والألياف الخام كما أنها بجانب هذه المزايا الغذائية تزيد من جاذبية الغذاء ومن إستساغته عن طريق إعطائه المظهر الحسى المرغوب عن طريق ألوانها ونكهاتها المختلفة.

والخضروات عموماً - فيماعدا قليل منها - لاتعتبر مصدراً أولياً للكربوايدرات والبروتين والدهن وإن كان بعضها ذات جذور للتخزين وكذا الدرنات نجدها غنية فى الكربوايدرات خاصة النشا بينما الخضروات البقولية قد تعطى حتى ١٤٪ بروتين، وإذا كانت جافة فهى تعطى أكثر. أما الدهن فهو منخفض فعادة لايزيد على ١,٠٪.

والخضروات الورقية مثل السبانخ والخس والمحصولات ذات الجذور فهى غنية فى المعادن وكذا الجزر والخضروات الورقية غنية فى الكاروتين وهو يولد فيتامين أ ذى النفع للعيون وكذا فهى تعطى فيتامين ج وهذا يعمل كمضاد للأكسدة بجانب فوائده الأخرى.

وإحتواء خضار ما على المغذيات يتوقف على عدة عوامل منها العوامل البيئية التى ينمو فيها مثل درجة الحرارة والضوء والرطوبة والمغذيات الموجودة فى التربة - أو المضافة إليها - حيث تلعب الخواص الفيزيقية والكيماوية للتربة دوراً هاماً فى هذا الشأن. وبعد الحصاد يستمر نشاط الخضار الفسيولوجى والكيموحيوى فيتغير تركيب الخضار. كذلك فإن طرق الطبخ تؤثر على محتوى الخضر من المغذيات المختلفة عن طريق النض (خروج المغذيات من الخضر إلى الماء المحيط) أثناء الطبخ وعمليات الأكسدة تؤثر أيضاً على المغذيات بهدم بعضها.

كذلك بجانب ماتقدم فإن الخضروات الورقية والجذرية تعطى الألياف الغذائية وهذه أساسية لحركة الأمعاء وربما أيضاً فى منع الإصابة بعدد من الأمراض مثل: المصران الأعور وسرطان القولون والإصابة بمرض البول السكرى والرُداب divertieulosis وحصوات المرارة والسمنة (البدانة).

وتحتوى الخضروات على مركبات طيارة فى الأنسجة السليمة وبعض هذه المركبات ينتج إنزيمياً بعد هدم أو سحق الأنسجة وهذه تتغير بالتسخين. ومركبات النكهة فى الخضر تشمل:

١ - مركبات غير طيارة مثل السكريات والأحماض الأمينية والأحماض الدهنية وكذا العضوية.

٢- مركبات طيارة مثل الأيدروكربونات الحلقية والألدهيدات والأسيتيلات والكيتونات والكحولات والأسترات ومركبات الكبريت.

وهذه المركبات تزيد من إستساغة الحبوب عند إستخدامها معها وذلك مثل الكشرى.

ولكن للأسف فإن بعض الخضر تحتوى مركبات كيماوية ضارة مثل مثبطات التربسين - والتربسين

أنزيم هاضم للبروتين. والفيتات التى تتحد بالكالسيوم ولاتجعله متاحاً فى الجسم والأكسالات وهى تمنع الإستفادة من بعض المعادن مثل الكالسيوم كما أنها قد تحتوى بعض الكيماويات مثل الجلوكوسيدات التى تحتوى غاز الأيدروسياتيك السام.

وعموماً فإته ينصح للبالغ أن يأخذ ٧٥- ١٢٥ جم خضر ورقية يومياً، ٦٠ - ٨٠ جم من الخضروات الأخرى، ٧٥ - ١٠٠ جم من الجذور والدرنات يومياً.

ولذا نجد أن الخضروات تشغل حيزاً هاماً فى الصناعات الغذائية المختلفة فى محاولة لحفظ هذه المواد الغذائية الهامة بالتعليب والتجميد والتجفيف والتخليل والتخمر وغير ذلك.

(Macrae)

جدول (١): تركيب مغذيات الخضروات لكل ١٠٠ جم من الجزء المأكلة.

المحصول	المغذيات الكبيرة الرئيسية					فيتامينات					معادن		
	الطاقة (كيلوكالورى)	الرطوبة (جم)	البروتين (جم)	الدهن (جم)	كربوايدرات (جم)	أ (وحدة دولية)	ثيامين (مجم)	ريبوفلافين (مجم)	نياسين (مجم)	حمض اسكوربيك (مجم)	كالسيوم (مجم)	فسفور (مجم)	حديد (مجم)
خضروات المناطق المعتدلة													
خرشوف	٧٩	٧٧,٣	٣,٦	٠,١	١٦,٠	٣٧	٠,٢٣	٠,٠١	صفر	٠	١٢٠	١٠٠	٢,٣
أسبرجس	٣٦	٩١,٧	٢,٥	٠,٢	٥,٠	٩٠٠	٠,١٨	٠,٢٠	١,٥	٣٣	٢٢	٦٢	١,٠
فول	٤٨	٨٥,٤	٤,٥	٠,١	٧,٢	٠,٨	٠,٠٨	–	٠,٨	١٢	٥٠	٦٤	١,٤
كرنب بروكسل	٤٥	٨٥,٢	٤,٩	٠,٤	٨,٣	٥٥٠	٠,١٠	٠,١٦	٠,٩	١٠٢	٣٦	٨٠	١,٥
كرنب	٢٤	٩٢,٤	١,٣	٠,٢	٥,٤	١٣٠	٠,٠٥	٠,٠٥	٠,٣	٤٧	٤٩	٢٩	٠,٤
خرشوف برى	١٠	٩٤,٠	٠,٧	٠,١	١,٨	١٢٠	٠,٠٢	٠,٠٣	٠,٣	٢	٧٠	٢٣	٠,٧
جزر	٤٢	٨٢,٢	١,١	٠,٢	٩,٧	١١٠٠٠	٠,٠٦	٠,٠٥	٠,٦	٨	٣٧	٣٦	٠,٧
قرنبيط	٢٧	٩١,٠	٢,٧	٠,٢	٥,٢	٦٠	٠,١١	٠,١٠	٠,٧	٧٨	٢٥	٥٦	١,١
كرفس	١٧	٩٤,١	٠,٩	٠,١	٣,٩	٢٤٠	٠,٠٣	٠,٠٣	٠,٣	٩	٣٩	٢٨	٠,٣
شيكوريا (ورق)	١٣	٩٢,٠	١,٧	٠,٣	١,١	٤٠٠٠	٠,٠٦	٠,١٠	٠,٥	٢٤	١٠٠	٤٧	٠,٩
هندباء	١١	٩٥,٠	١,٣	٠,٢	١,٢	٢٥٠٠	٠,٠٧	٠,٠٨	٠,٤	٨	٤٢	٣٠	٢,٠
بنجر السلطة	٤٣	٨٧,٧	١,٧	٠,١	٨,٨	صفر	٠,٠٤	٠,٠٩	٠,٤	١٠	١٨	٥٥	١,٠
ثوم	٣٠	٦٢,٠	٦,٣	٠,١	٢٩,٨	آثار	٠,٠٦	٠,٢٣	٠,٤	١٣	٣٠	٣١٠	١,٣
كرنب الاروپسى	٥٣	٨٢,٧	٦,٠	٠,٨	٩,٠	١٠٠٠٠	٠,١٦	٠,٢٦	٢,١	١٨٦	٢٤٩	٩٣	٢,٩
نول كول knol khol	٢٩	٩٠,٣	٢,٠	٠,١	٦,٦	٢٠	٠,٠٦	٠,٠٤	٠,٣	٦٦	٤١	٥١	٠,٥
كراث مصرى	٧٧	٧٨,٩	١,٨	٠,١	١٧,٢	١٨	٠,٢٣	–	–	١١	٥٠	٧٠	٢,٣
خس	١٤	٩٥,١	١,٢	٠,٢	٢,٥	٩٠٠	٠,٠٦	٠,٠٦	٠,٣	٨	٣٥	٢٦	٢,٠

جدول (١): تابع

المحصول	المغذيات الكبيرة الرئيسية					فيتامينات					معادن		
	الطاقة (كيلو كالورى)	الرطوبة (جم)	البروتين (جم)	الدهن (جم)	كربوايدرات (جم)	أ (وحدة دولية)	ثيامين (مجم)	ريبوفلافين (مجم)	نياسين (مجم)	حمض اسكوربيك (مجم)	كالسيوم (مجم)	فسفور (مجم)	حديد (مجم)
بصل	٥٠	٨٦,٦	١,٢	٠,١	١١,١	آثار	٠,٠٨	٠,٠١	٠,٤	١١	٤٧	٥٠	٠,٧
بقدونس	١٦	٩٠,٠	٢,٢	٠,٣	١,٣	٥٢٠٠	٠,٠٨	٠,١١	٠,٧	٩٠	١٢٥	٤٠	٢,٠
جزر أبيض	٥٣	٨١,٠	١,٢	٠,٣	١١,٦	صفر	٠,٠٩	٠,٠٥	٠,٧	١٧	٤٠	٦٩	٠,٧
بسلة	٨٤	٧٨,٠	٦,٣	٠,٤	١٤,٤	٦٤٠	٠,٣٥	٠,١٤	٢,٩	٢٧	٢٦	١١٦	١,٩
بطاطس	٩٧	٧٤,٧	١,٦	٠,١	٢٢,٦	٢٤	٠,١٠	٠,٠١	١,٢	١٧	١٠	٤٠	٠,٧
فجل	١٧	٩٤,٤	٠,٠٧	٠,١	٣,٤	٣	٠,٠٦	٠,٠٢	٠,٥	١٥	٣٥	٢٢	٠,٤
لفت سويدى	٤٦	٨٧,٠	١,١	٠,١	١١,٠	٥٨٠	٠,٠٧	٠,٠٧	١,١	٣٣	٦٦	٣٩	٠,٤
سبانخ	٢٦	٩٠,٧	٣,٢	٠,٣	٤,٣	٨١٠٠	٠,١٠	٠,٢٠	٠,٦	٥١	٩٣	٥١	٣,١
اسفاناخ البنجر	٤٦	٨٦,٤	٣,٤	٠,٨	٦,٥	٥٨٦٢	٠,٢٦	٠,٥٦	٣,٣	٧٠	٨٠	٣٠	١٦,٢
قنبيط شتاء منبت	٣٢	٨٩,١	٣,٦	٠,٣	٥,٩	٢٥٠٠	٠,١٠	٠,٢٣	٠,٩	١١٣	١٠٣	٧٨	١,١
سلق سويدى	١٦	٩٢,٠	١,٨	٠,٢	١,٥	٣٣٠٠	٠,٠٤	٠,٠٩	٠,٤	٣٠	٥١	٤٦	١,٨
لفت - الجذر	٢٩	٩١,٦	٠,٥	٠,٢	٦,٢	صفر	٠,٠٤	٠,٠٤	٠,٥	٤٣	٣٠	٤٠	٠,٤
أخضر اللفت	٦٧	٨١,٩	٤,٠	١,٥	٩,٤	٩٣٩٦	٠,٣١	٠,٥٧	٥,٤	١٨٠	٧١٠	٦٠	٢٨,٤
خضروات المناطق الإستوائية													
أمار نت	٤٥	٨٥,٧	٤,٠	٠,٥	٦,١	١٨٢١٦	٠,٠٣	٠,٣٠	١,٢	٩٩	٣٩٧	٨٣	٢٥,٥
بازلى	٣٢	٩٠,٨	٢,٨	٠,٤	٤,٢	٢٤٥٥٢	٠,٠٣	٠,١٦	٠,٥	٨٧	٢٠٠	٣٥	١٠,٠
يقطين مر	٢٥	٩٢,٤	١,٦	٠,٢	٤,٢	٤١٦	٠,٠٧	٠,٠٩	٠,٥	٨٨	٢٠	٧٠	١,٨
يقطين زجاجة	١٢	٩٦,١	٠,٢	٠,١	٢,٥	صفر	٠,٠٣	٠,٠١	٠,٢	صفر	٢٠	١٠	٠,٧
أوراق يقطين زجاجة	٣٩	٨٧,٩	٢,٣	٠,٧	٦,١	-	-	-	-	-	-	-	-
فاكهة الخبز	٧١	٧٩,٥	١,٥	٠,٢	١٥,٨	٣٠	٠,٠٤	٠,٠٧	-	١	٤٠	٣٠	٠,٥
باذنجان brinjal	٢٤	٩٢,٧	١,٤	٠,٣	٤,٠	٢٤٤	٠,٠٤	٠,١١	٠,٩	١٢	١٨	٤٧	٠,٩
منيهوت حلو	١٥٧	٥٩,٤	٠,٧	٠,٢	٣٨,١	صفر	٠,٠٥	٠,١٠	٠,٣	٢٥	٥٠	٤٠	٠,٩
فلفل	٢٢	٩٣,٤	١,٢	٠,٢	٤,٠	٩٠٠	٠,٠٦	٠,٠٦	٠,٥	١٢٨	٩	٢٢	٠,٧
كرنب صينى	١٤	٩٥,٠	١,٢	٠,١	٣,٠	١٥٠	٠,٠٥	٠,٠٤	٠,٦	٢٥	٤٣	٤٠	٠,٦
تشو تشو cho cho	٢٧	٩٢,٥	٠,٧	٠,١	٥,٧	صفر	صفر	٠,٠٤	٠,٤	٤	١٤٠	٣٠	٠,٦
فاصوليا عنقودية cluster bean	١٦	٨١,٠	٣,٢	١,٤	١٠,٨	٦٥٣	٠,٠٩	٠,٠٣	٠,٦	٤٩	١٣٠	٥٧	٤,٥
لوبيا	٤٨	٨٥,٣	٣,٥	٠,٢	٨,١	١٨٦١	٠,٠٧	٠,٠٩	٠,٩	١٤	٧٢	٥٩	٢,٥
أوراق اللوبيا	٣٨	٨٩,٠	٣,٤	٠,٧	٤,١	٢٠٠٣٨	٠,٠٥	٠,١٨	٠,٦	٤	٢٩٠	٥٨	٢٠,١
خيار	١٣	٩٦,٣	٠,٤	٠,١	٢,٥	صفر	٠,٠٣	صفر	٠,٢	٧	١٠	٢٥	١,٥
خرنوب هندى	٢٦	٨٦,٩	٢,٥	٠,١	٣,٧	٣٦٣	٠,٥٠	٠,٧٠	٠,٢	١٢٠	٣٠	١١٠	٥,٣
أوراق خرنوب هندى	٩٢	٧٥,٩	٦,٧	١,٧	١٢,٥	٢٢٣٧٤	٠,٠٦	٠,٠٥	٠,٨	٢٢٠	٤٤٠	٧٠	٧,٠
ديوسقوريا رجل الفيل	٧٩	٧٨,٧	١,٢	٠.١	١٨,٤	٨٥٨	٠,٠٦	٠,٠٧	٠,٧	صفر	٥٠	٣٤	٠,٦
أوراق حلبة	٤٩	٨٦,١	٤,٤	٠,٩	٦,٠	٧٧٢٢	٠,٠٤	٠,٣١	٠,٨	٥٢	٣٩٥	٥١	١٦,٥

جدول (١): تابع

المحصول	المغذيات الكبيرة الرئيسية					فيتامينات					معادن		
	الطاقة (كيلو كالورى)	الرطوبة (جم)	البروتين (جم)	الدهن (جم)	كربوايدرات (جم)	أ (وحدة دولية)	ثيامين (مجم)	ريبوفلافين (مجم)	نياسين (مجم)	حمض اسكوربيك (مجم)	كالسيوم (مجم)	فسفور (مجم)	حديد (مجم)
فاصوليا خضراء	٣٢	٩٠٫١	١٫٩	٠٫٢	٧٫١	٦٠٠	٠٫٠٨	٠٫١١	٠٫٥	١٩	٥٦	٤٤	٠٫٨
فاصوليا زبدية	٤٨	٨٦٫١	٣٫٨	٠٫٧	٦٫٧	٦١٧	٠٫١٠	٠٫٠٦	٠٫٧	٩	٢١٠	٦٨	١٫٧
قرع هندى	٢١	٩٣٫٥	١٫٤	٠٫٢	٣٫٤	٤٣	٠٫٠٤	٠٫٠٨	٠٫٣	١٨	٢٥	٢٤	٠٫٩
يقطين أيفى	١٨	٩٣٫٥	١٫٢	٠٫١	٣٫١	٥١٥	٠٫٠٧	٠٫٠٨	٠٫٧	١٥	٤٠	٣٠	١٫٤
جاكيه/شجرة الخبز	٥١	٨٤٫٠	٢٫٦	٠٫٣	٩٫٤	صفر	٠٫٠٥	٠٫٠٤	٠٫٢	١٤	٣٠	٤٠	١٫٧
أوراق الجوت	٦٣	٨١٫٤	٥٫١	١٫١	٨٫١	٢٦	–	–	–	–	٢٤١	٩٣	–
كاكرول kakrol	٥٢	٨٤٫١	٣٫١	١٫٠	٧٫٧	٥٣٤٦	٠٫٠٥	٠٫١٨	٠٫٦	–	٣٣	٤٢	٤٫٦
فاصوليا ليما	١٢٣	٦٧٫٥	٨٫٤	٠٫٥	٢٢٫١	٢٩٠	٠٫٢٤	٠٫١٢	١٫٤	٢٩	٥٢	١٤٢	٢٫٨
جذر اللوتس	٥٣	٨٥٫٩	١٫٧	٠٫١	١١٫٣	–	٠٫١٠	–	–	٢٢	٢١	٧٤	٠٫٤
قاوون	١٧	٩٥٫٢	٠٫٣	٠٫٢	٣٫٥	٥٥٨	٠٫١١	٠٫٠٨	٠٫٣	٢٦	٣٢	١٤	١٫٤
أوراق الخردل	٣٤	٨٩٫٨	٤٫٠	٠٫٦	٣٫٢	٨٦٥٣	٠٫٠٣	٠٫٢٢	٠٫٨	٣٣	١٥٥	٢٦	١٦٫٣
باميا	٣٥	٨٩٫٦	١٫٩	٠٫٢	٦٫٤	١٧٢	٠٫٠٧	٠٫١٠	٠٫٦	١٣	٦٦	٥٦	١٫٥
أوراق البابا ظ	٢٧	٩٢٫٠	٠٫٧	٠٫٢	٥٫٧	صفر	٠٫٠١	٠٫٠١	٠٫١	١٢	٢٨	٤٠	٠٫٩
موز الجنة	٦٤	٨٣٫٢	١٫٤	٠٫٢	١٤٫٠	٩٩	٠٫٠٥	٠٫٠٢	٠.٣	٢٤	١٠	٢٩	٠٫٦
يقطين مدبب	٢٠	٩٢٫٠	٢٫٠	٠٫٣	٢٫٢	٥٠٥	٠٫٠٥	٠٫٠٦	٠٫٥	٢٩	٣٠	٤٠	١٫٧
قرع عسلى	٢٥	٩٢٫٦	١٫٤	٠٫١	٤٫٦	١٦٥	٠٫٠٦	٠٫٠٤	٠٫٥	٢	١٠	٣٠	٠٫٧
أوراق قرع عسلى	٥٧	٨١٫٩	٤٫٤	٠٫٨	٧٫٩	٧	–	–	–	١٠	٣٩٢	١١٢	٢٫١
رجلة	٢٧	٩٠٫٥	٢٫٤	٠٫٦	٢٫٩	٧٥٦٤	٠٫١٠	٠٫٢٢	٠٫٧	٢٩	١١١	٤٥	١٤٫٨
يقطين	١٧	٩٥٫٢	٠٫٥	٠٫١	٣٫٤	١٠٩	–	٠٫٠١	٠٫٢	٥	١٨	٢٦	٠٫٥
يقطين الثعبان	١٨	٩٤٫٦	٠٫٥	٠٫٣	٣٫٣	٣١٧	٠.٠٤	٠٫٠٦	٠٫٣	صفر	٢٦	٢٠	٠٫٣
يقطين الاسفنج	١٨	٩٣٫٢	١٫٢	٠٫٢	٢٫٩	٣٩٦	٠٫٠٢	٠٫٠٦	٠٫٤	صفر	٣٦	١٩	١٫١
قرع الصيف	١٧	٩٤٫٨	٠.٥	٠٫١	٣٫٥	–	٠٫٠٢	آثار	٠٫٤	١٨	١٠	٣٠	٠٫٦
بطاطا	١١٤	٧٠٫٦	١٫٧	٠٫٤	٢٦٫٣	٨٨٠٠	٠٫١٠	٠٫٠٦	٠٫٦	٢١	٣٢	٤٧	٠٫٧
أوراق بطاطا	٦٣	٨٠٫٧	٤٫٢	٠٫٨	٩٫٧	٢٤٧٥	٠٫٠٧	٠٫٢٤	١٫٧	٢٧	٣٦٠	٦٠	١٠٫٠
قلقاس	٩٧	٧٣٫١	٣٫٠	٠٫١	٢١٫١	٨٠	٠٫٠٩	٠٫٠٣	٠٫٤	صفر	٤٠	١٤٠	١٫٧
سيقان أوراق القلقاس	٢٤	٩٣٫٠	٠٫٥	٠٫٢	٦٫٠	٥٩٤	٠٫٠٢	٠٫٠٤	٠٫٤	١٣	٤٩	٢٥	٠٫٩
طماطم	٢٢	٩٣٫٥	١٫١	٠٫٢	٤٫٧	٩٠٠	٠٫٠٦	٠٫٠٤	٠٫٧	٢٣	١٣	٢٧	٠٫٥
بطيخ	٢٦	٩٢٫٦	٠٫٥	٠٫٢	٦٫٤	٥٩٠	٠٫٠٣	٠٫٠٣	٠٫٢	٧	٧	١٠	٠٫٥
اسفاناخ الماء	٢٨	٩٠٫٣	٢٫٩	٠٫٤	٣٫١	٦٥٣٤	٠٫٠٥	٠٫١٣	٠٫٦	٣٧	١١٠	٤٦	٣٫٩
قرع الشمع	١٠	٩٦٫٥	٠٫٤	٠٫١	١٫٩	صفر	٠٫٠٦	٠٫٠١	٠٫٤	١	٣٠	٢٠	٠٫٨
فاصوليا مجنحة	٢٥	٩٢٫٠	٢٫١	٠٫٣	٤٫٠	–	–	–	–	–	–	–	–
يام	١٠٢	٧٤٫٠	١٫٥	٠٫٢	٢٤٫٠	–	٠٫١	٠٫٠١	٠٫٨	١٥	١٢	٣٥	٠٫٨

خضروات السلطة salad crops

الخضروات التى تستهلك خاماً أو غير مطبوخة تعرف بإسم خضروات السلطة. وهى موسمية جذابة المظهر وتمتاز بالعصيرية والحجم والقيمة الغذائية.

وهى يمكن تقسيمها نباتياً وموسم النضج والجزء المأكلة المستخدم وحموضة التربة.

وخضروات السلطة أغذية حامية وغنية فى المغذيات الكبيرة (الماكرو) والصغيرة (الميكرو) والألياف. وهى محبوبة وسهلة النمو ولها فترة طويلة لحصاد المحصول. وهى تشحن بسهولة ولها فترة تخزين طويلة. وهى مهمة فى معادلة المواد الحمضية الناتجة أثناء هضم اللحوم والجبن وغيرها. كما أن لها قيمة كطعام خشن roughage الذى يساعد على الهضم ويمنع الإمساك. ومعظم الخضروات خاصة الورقية منها leafy ones مثل الكرفس والكرنب والسبانخ والخس تتميز بنسبة رطوبة مرتفعة ونسبة سيليولوز مرتفعة أيضاً (ألياف). وهى تحتوى كربوايدرات أساساً سكريات وأيضاً أحماض دهنية أساسية مثل اللينولييك واللينولينيك والأراكيدونيك كما أن بها بروتينات تماثل بروتين الحيوان فإستهلاك خضروات السلطة يعمل على الإحتفاظ بالصحة.

وفيمايلى بعض هذه الخضروات

الأجزاء المأكلة فى خضروات السلطة

أ- أجزاء تحت الأرض
underground portions

١- جذر وتدى كبير enlarged tap root: بنجر beet، جزر carrot، كرفس لفتى celeriac، فجل radish، لفت turnip، جزر أبيض parsnip.

٢- درنة tuber: طرطوفة Jerusalem artichoke.

٣- بصلة bulb: فلورنس florence (*Foenicum vulgare* var. *azoricum*)، بصل onion، كراث مصرى leek.

ب- أجزاء فوق الأرض
above-ground portions

١- الساق stem: أسبرجس asparagus، كرنب أبو ركبة kohlrabi.

٢- عنق الورقة petiole: راوند rhubarb، كرفس celery.

٣- الورقة leaf: كرنب cabbage، شيكوريا chicory، رشاد cress، هندبا برية/طرخشقون dandelion، ثوم garlic، خس lettuce، خردل mustard، بصل onion، هندبا endive، مقدونس/بقدونس parsley، حرف/قرة العين watercress.

٤- أزهار flowers: قنبيط/قرنبيط cauliflower، خرشوف (كروى) (globe) artichoke.

٥- ثمار fruits: غير ناضجة immature: خيار cucumber. ناضجة mature: طماطم tomato.

ملاحظة: كل خضروات السلطة تنتمى إلى كاسيات البذور Angiospermae من ذوات

الفلقتين Dicotyledonea ماعدا البصل الذى ينتمى إلى Monocotyledonae ذرات الفلقة الواحدة.

وتقسم خضر السلطة تبعاً لدورة الحياة life cycle إلى:

١- دائمة perennial: خرشوف ، ثوم، طماطم، أسبرجس، هندبا برية/طرخشقون، حرف/قرة العين، شيكوريا، بصل، رواند، ثوم معمر chive.

٢- سنتين biennial: بنجر، كرنب، كرفس، كراث مصرى، مقدونس/بقدونس، جزر، كرفس لفتى، جزر أبيض، قنبيط/قرنبيط، دشمار سكر florence fennel، لفت.

٣- سنوى annual: خيار، خس، فجل، هنديا، خردل.

(Macrae)

خضروات المناطق الحارة

vegetables of tropical climates

خضروات المناطق الحارة تشمل كثيراً من الجذور والدرنات الغنية فى النشا مثل البطاطا sweet potato والمنيهوت الحلو cassava والقلقاس taro والديوسقوريا/انيام/يام yam وهى أغذية أساسية فى بلاد كثيرة.

ومحتوى المغذيات من أى خضر يتوقف على عدة عوامل فالبيئة تلعب دوراً مثل درجة الحرارة والضوء والرطوبة والمغذيات وخواص التربة الكيماوية والفيزيقية. فكمية المغذى يمكن أن تختلف بالصنف وظروف الزراعة وطور النضج ومابعد الحصاد من تداول وتخزين . وبمجرد حصاد الخضر فإن تركيبها يتغير كنتيجة للعمليات الفسيولوجية والكيماوية الحيوية بجانب أن طرق الطبيخ تؤثر على المغذيات فالنض والتغير الكيماوى يلعبان دوراً هاماً.

وبعض الخضروات مثل البطاطا sweet potato والقلقاس taro والديوسقوريا/انيام/يام yam والفلفل الحار المجفف dried chilli والقرع/كوسة squash والقرع العسلى pumpkin لها قوة حفظ جيدة. وبعضها مثل اليقطين المر bitter gourd له خواص طبية فى خفض نسبة سكر الدم بسرعة. والبلاد الحارة التى تستطيع زراعة هذه الخضروات فى الخارج يمكنها عمل ذلك وتصديرها حيث أن سعرها يكون أحسن عن تلك المزروعة فى الصوب ومع تحسن تداول وتخزين الخضر بإستخدام طرق حديثة مثل التبريد والتخزين تحت جو مضبوط مع تحسن طرق النقل أمكن نقل هذه الخضروات لمسافات طويلة.

وفيما يلى بعض هذه الخضروات

أمارانث amaranth، بازلى basella، باميا okra، أخضر البابايا green papaya، بطاطا sweet potato، أوراق البطاطا sweet potato leaves، بطيخ watermelon، أوراق الجوت Jute leaves، أوراق الحلبة fenugreek leaves، باذنجان brinjal، تشوتشو cho cho، فاصوليا عنقودية cluster bean، خرنوب هندى/خيار شنبر drum stick وأوراقه drum stick leaves، خيار cucumber، ديوسقوريا yam، ديوسقوريا رجل الفيل elephant foot yam، جاكية/شجرة الخبز Jack fruit tender، كاكرول kakrol، جذر

الكرفس lotus root، رجلة purslane، سبانخ الماء water spinach، شجرة الخبز bread fruit، طماطم tomato، فاصوليا مجنحة winged bean، فاصوليا زبدية hyacinth bean، فاصوليا خضراء French bean، فاصوليا ليما lima bean، فلفل شطة capsicum، قاوون muskmelon، قرع الصيف summer squash، قرع عسلي pumpkin، أوراق القرع العسلي pumpkin leaves، قلقاس taro، سويقات أوراق القلقاس taro leaf stalks، قرع هندي Indian squash، كرنب صيني Chinese cabbage، لوبيا cowpea، منيهوت حلو cassava، موز الجنة plaintain، يقطين أيفي Ivy gourd، يقطين الثعبان snake gourd، يقطين الحرف ridge gourd، يقطين الأسفنج sponge gourd، يقطين الشمع wax gourd، يقطين مر bitter gourd، يقطين مدبب pointed gourd.
(Macrae)

خضروات المناطق المعتدلة
vegetables of temperate climates

الخضروات عموماً لاتعتبر مصدراً أساسياً للكربوايدرات والبروتين وإن كانت الدرنات والجذور غنية فى الكربوايدرات خاصة النشا ولكن بغض النظر من قيمتها الغذائية فإن الخضروات الورقية والجذرية تعطى ألياقاً غذائية تمنع كثيراً من الأمراض. والخضروات تحتوى على بعض النكهات الطيارة وبعضها ينتج إنزيميا بعد أن تتلف أو تسحق الخضروات وهذه النكهات تتغير بالتسخين. ونكهات الخضروات تشمل:١- غير طيارة مثل السكريات والأحماض الأمينية والأحماض الدهنية والأحماض العضوية. ٢- طيارة مثل الأيدروكربونات الأروماتية والألدهايدات والأسيتالات، والكيتونات والكحولات والأسترات والمركبات التى تحتوى الكبريت وهى تجعل الغذاء أكثر إستساغة. وبعض الخضروات تحتوى مركبات كيماوية ضارة مثل مثبطات التربسين والفيتات والأكسالات والجلوكوسيدات التى تعطى يد ك ن (السيانور). وعموماً فإن مايجب أن يتناوله المرء من الخضروات يبلغ ٧٥-١٢٥ جم خضروات ورقية خضراء، ٦٠-٨٠ جم من أنواع الخروات الأخرى، ٧٥ - ١٠٠ جم من الجذور والدرنات.

وقد زاد إستهلاك الخضر أخيراً بعد معرفة أن إستهلاك منتجات الحيوان وحدها مضر بالصحة. كذلك فإن الخضر يمكن أن تكون أساساً للصناعة فالطماطم والبطاطس يمكن تصنيعها فى أشكال مختلفة والخضروات المجمدة تحافظ على كثير من خواص الخضروات الطازجة.

وفيمايلى خضروات المناطق المعتدلة:

أسبرجس asparagus، بسلة pea، بصل onion، بطاطس potato، بنجر الحديقة garden beet، بنجر السبانخ spinach beet، ثوم garlic، جزر carrot، جزر أبيض parsnip، حرشف (برى) cardoon، خرشوف artichoke، خس lettuce، سبانخ spinach، سلق سويسرى Swiss chard، أوراق شيكوريا chicory leaf، فجل radish، نول كول knol khol، فول broad bean، قنبيط cauliflower، قنبيط شتاء منبت sprouting

broccoli، كـرات مصـرى leek، كرفـس celery، كرنـب cabbage، كرنـب بروكسـل منبـت Brussels sprout، كرنب لارؤيسى kale، لفت (جـذر) turnip، لفـت (أجـزاء خضـراء) turnip، مقدونس/بقدونس parsley، هندبا endive.
(Macrae)

يخضور chlorophyll

اليخضـور هـو الصبغـة الخضـراء الموجـودة فـى النباتـات والتـى تقـوم بعمليـة التمثيـل الضوئـى photosynthesis. وهـى تلعـب دوراً هامـاً فـى تقبل الأغذية فإى تغير فى لون الغذاء وحتى إذا لم يصحبه تغير فى النكهة يمكن أن يجعل الغذاء غير مقبول لدى المستهلك.

اليخضور يوجـد فـى أغشية حبيبات اليخضور وهـى الجسيمات التى تحمل اليخضـور قريبـاً مـن جـدر الخلايا وتقوم بعملية التمثيل الضوئـى فـى خلايـا النبات. ويمكـن تحديد تسعة أنـواع مـن اليخضـور ولكن إثنـان منها "يخضور أ" و "يخضور ب" هامـان بالنسبة لعلم وتقنية الغذاء. والأنـواع الأخرى مثل يخضـــور ج، د و نـــى وباكتـــيريو يخضـــور أ، ب وكلوروبيوم يخضورات توجـد فقـط فـى الكائنـات الدقيقة. والكتلة الحيويـة/الطاقة الحيوية الطحلبية algal biomass والخضـروات الورقيـة والفلفـل الأخضر والخيار والفواكه غير الناضجـة هـى أهـم مصادر اليخضـور فـى الأغذيـة. فعـادة الخضـروات الخضراء الطازجة والفواكـه تحتـوى على يخضـور أ، ب مع كميات صغيرة مـن مشتقاتهما. وتبلـغ نسبة يخضـــور أ إلى ب مـــن ٢,٨ : ١ إلى ٤,٦ : ١ فـــى الخضروات ذات اللون الأخضر الغامق مثل السبانخ وكرنـب بروكسل المنبـت والـبروكولى والكرنـب اللارؤيسى والخيار والفلفل الأخضر ... إلخ، وتبلـغ من ١,٥ : ١ إلى ٢,٥ : ١ فى الخضروات ذات اللـون الأخضر الفاتح والفواكه مثـل الطمـاطم الخضـراء والبسـلة الخضـراء والأجـزاء الخضـراء مـن اللفـت turnip والباميا والتفاح غير الناضج والكيوى Kiwi fruit ... إلخ. وهذه النسب يمكن أن تعدل بظـروف النمو والبيئة.

وفـى السـلق يتكـون يخضـور أ، أ و ب ، ب وبإطالـة مدة المعاملة الحرارية كلما يحدث فى التعليب فـإن معظـم اليخضـور يتحـول إلى مشـتقات المغنيسـيوم والمشـتقات الخاليـة مـن الفيتـول phytol-free ويتحـول اللـون إلى لـون أخضر كامد dull أو بنـى. واليخضـور أ، ب غـائب مـن المـواد الغذائية المعلبـة مالم تتخذ إحتياطات التثبيـت و/أو ضبط جـيد الماء إلى التعـادل أو القلويـة قليـلاً قبـل التعليـب. والمشـتقات الخاليـة مـن المغنيسـيوم - خاصـة الفيوفيتينات - هـى صبغات سائدة فـى الخضروات والفواكه المخللة وتغير اللون من الأخضر إلى البنـى الكامد هو من علامات نضج المخلل ونظراً لإرتفاع نشاط الكلوروفيلايزاتِ فى المخلل فـإن مشـتقات اليخضور الخالية من الفيتول يمكن وجودها بسهولة فإن ٢٥٪ من الكلوروفيلايـزات chlorophyllises والفيوفوربيـــدات pheophorbides يمكـــن أن تكون موجودة. وكذلك الحال مع الخضر المجففة فاليخضور أ، ب يكونان النسبة الكبرى مـن الصبغات فـى المنتجـات المجففـة مثـل الكرفـس والسـبانخ والنعنـاع والملوخيـة والبسـلة ... الخ. والفيوفيتـين

pheophytin والفيوفوربيدات phyophorbides توجد سائدة فى الخضروات المجففة إما بالحرارة أو شمسياً بدون أخذ خطوة السلق مسبقاً(جدول ١).

جدول(١): تركيز (مجم/جم من الوزن الجاف) من يخضور أ، ب ، فيوفيتينات أ، ب، وبيروفيوفيتينات أ ، ب فى السبانخ الطازج والمبيض bleached والمسخن على ١٢١°م.

المعاملة	كلوروفيل		فيوفيتين		بيروفيوفيتين		جيد [أ]
	أ	ب	أ	ب	أ	ب	
طازج	٦,٩٨	٢,٤٩					
مسلوق	٦,٧٨	٢,٤٧					٧,٠٦
معامل (دقيقة)[ب]							
٢	٥,٧٢	٢,٤٦	١,٣٦	٠,١٣			٦,٩٠
٤	٤,٥٩	٢,٢١	٢,٢٠	٠,٢٩	٠,١٢		٦,٧٧
٧	٢,٨١	١,٧٥	٣,١٢	٠,٥٧	٠,٣٥		٦,٦٠
١٥	٠,٥٩	٠,٨٩	٣,٣٢	٠,٧٨	١,٠٩	٠,٢٧	٦,٣٢
٣٠		٠,٢٤	٢,٤٥	٠,٦٦	١,٧٤	٠,٥٧	٦,٠٠
٦٠			١,٠١	٠,٣٢	٣,٦٢	١,٢٤	٥,٤٥

(أ): قيس جيد بعد المعاملة ولكن قبل إستخلاص الصبغة.

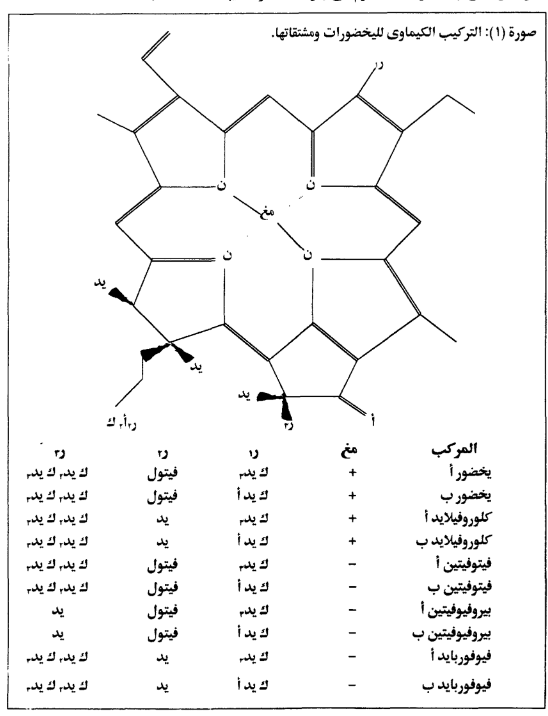
(ب): وقت المعاملة قيس من وقت بلوغ درجة حرارة المنتج الداخلية إلى درجة حرارة المعاملة.

الخواص الكيماوية

كيماوياً اليخضور جزيئات عضوية مكونة من أربع حلقات بيرول والمغنيسيوم الذى يوجد فى الوسط يرتبط تساهمياً إلى ذرتين نتروجين وبجانب ذلك فإن رابطيتين تواصليتين تنسيقيتين coordinate bonds تتكونان عندما تشارك ذرتا النتروجين فى اليكترونين مع المغنيسيوم. وطبيعة حلقات البيرول تعمل على الإرتباط السهل مع المكونات (الليبوفيلية) المحبة للدهن مثل الفوسفوليبيدات وأيضاً بروتينات الأغشية. وإرتباط اليخضور مع الليبيدات المتعادلة وصبغات الكاروتينويدات يسهله الفيتول وهو كحول أحادى مشبع يتكون من ٢٠ ذرة كربون ومؤستر بحمض بروبيونيك عند الموقع ٧ (الصورة ١).

فسلسلة الفيتول الجانبية مسئولة عن كره الماء hydrophobicity فى اليخضورات ومشتقاتها. وإذا أطلق الفيتول بالحلمأة فإن ذوبان اليخضور فى الماء والمذيبات العضوية القطبية الأخرى يتحسن بدرجة كبيرة. وتكوين مشتقات أكثر قطبية مثل كلوروفيليدات chlorophilides خالية من الفيتول

تنتج عن الحلمأة ويحفزه الأحماض والقواعد وإنزيمات الكاوروفيلازات. وفى الحلمأة المحفزة بواسطة الأحماض فإن تفاعلاً آخر يحدث وهو إطلاق المغنيسيوم لإنتاج الفيوفوربيدات pheophorbides بينما فى الحلمأة المحفزة بالقلوى يزيد من ثبات ذرة المغنيسيوم فى جزىء اليخضور وينتج عنه اللون الأخضر البراق للكلوروفيلايدات chlorophyllides وإذا أستخدمت الحرارة فإن مركبات مثل أحادى وعديد أيدروكسيلات الكلوروفيلايدات chlorophyllides تنتج وهى ذائبة جداً فى الماء والمذيبات المختلطة بالماء.

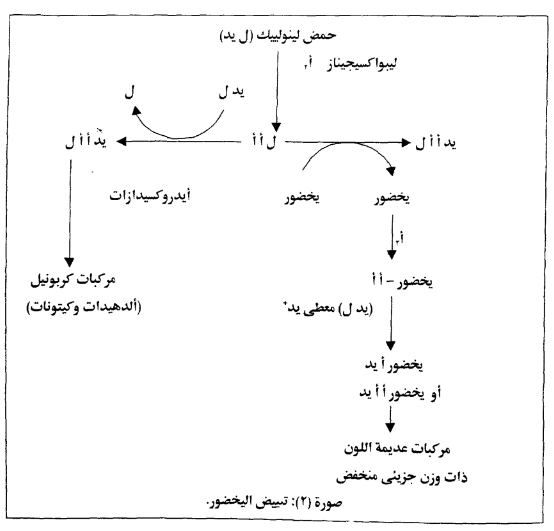


صورة (١): التركيب الكيماوى لليخضورات ومشتقاتها.

المركب	مغ	ر١	ر٢	ر٣
يخضور أ	+	ك يد٣	فيتول	ك يد٢ ك يد٣
يخضور ب	+	ك يد أ	فيتول	ك يد٢ ك يد٣
كلوروفيلايد أ	+	ك يد٣	يد	ك يد٢ ك يد٣
كلوروفيلايد ب	+	ك يد أ	يد	ك يد٢ ك يد٣
فيتوفيتين أ	–	ك يد٣	فيتول	ك يد٢ ك يد٣
فيتوفيتين ب	–	ك يد أ	فيتول	ك يد٢ ك يد٣
بيروفيوفيتين أ	–	ك يد٣	فيتول	يد
بيروفيوفيتين ب	–	ك يد أ	فيتول	يد
فيوفوربايد أ	–	ك يد٣	يد	ك يد٢ ك يد٣
فيوفوربايد ب	–	ك يد أ	يد	ك يد٢ ك يد٣

والكلوروفيلاز (ل.د. ٣. ١. ١. ١٤) هو الإنزيم الذى يحلمىء اليخضور إلى كلوروفيلايد وفينول وتنشط حلمأة اليخضور بالإنزيم أثناء معاملة الأغذية بواسطة مسخ الكلوروبلاستين chloroplastin كما يحدث فى المعاملة بالحرارة الطويلة أو التمليح بالمحلول مع وجود عوامل ضرورية مثل كا$^{+2}$ ومنشطات فينولية.

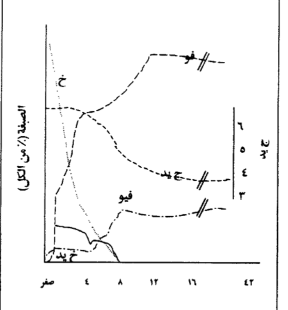
وأكسدة الكلورفيل تؤدى إلى فقد لونه ويتكون فى الأثناء مركبات وسطية أيدروكسيلية allomeric (مماثلة فى التركيب البلورى) وهى مركبات غير ثابتة وتتحول بسرعة إلى عديمة اللون. ومن بين المؤكسدات البيولوجية الليبوكسيجينازات (لينوليات: أكسجين أكسدوردكتاز) وإنزيمات أيدروبيروكسيد للهدم والبيروكسيدازات. فالليبوأكسيجينازات تؤكسد خلال عملها على الأحماض الدهنية التى تحتوى على سيس، سيس ١، ٤ خماسى الدبين مثل أحماض اللينولييك واللينولينيك والأراكيدونيك. والصورة (٢) تبين تبييض اليخضور بواسطة حفز الليبوأكسيجيناز ويجب ألا يزيد وقت السلق عن دقيقة واحدة كى يمكن الاحتفاظ باليخضور.



صورة (٢): تبييض اليخضور.

وإستبدال أيون مغ$^{+2}$ بواسطة بروتونين يحدث فى ظروف حمضية وينتج عنه فيوفيتين مثلما يحدث فى أثناء التخليل والتسخين الشديد ويساعد عليه حمض. وهناك إنزيمات مرتبطة بالغشاء ومسئولة عن إطلاق مغ$^{+2}$ من جزىء اليخضور وهذا الإنزيم ينشط بتحطم أنسجة النبات.

وبمعاملة اليخضور معاملة حرارية بسيطة فإنه يحدث تغيير فى التشابه epimerization عند ذرة الكربون ١٠ وينتج مشتقات أ/ ، ب/ وإذا زادت المعاملة الحرارية فإنه يحدث إزالة كربون مع مجموعة ميثوكسيل decarbomethoxylation فى نفس المكان (ك١٠) مما يعطى مشتقات بيروية والتى توجد فى الخضروات المعلبة والزيوت المنقاه بكميات يمكن تقديرها.



صورة (٣): التغيرات فى اليخضور (خ)، كلوروفيليدات (خ يد)، فيوفيتينات (فيو)، فيوفوربيدات (فو) فى خيار مملح

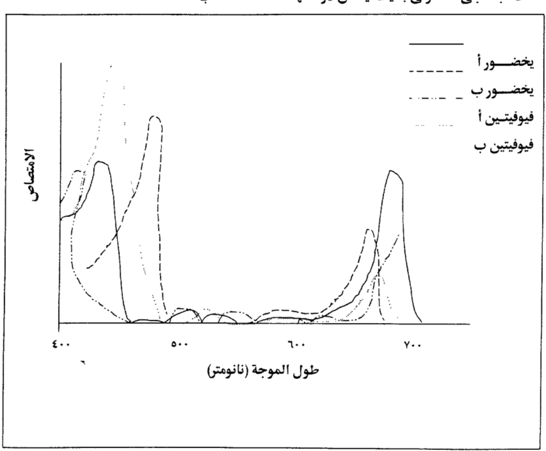
الخواص الطيفية

spectral characteristics

إن الإختلاف مابين يخضور أ ويخضور ب يجعل من السهل التمييز بينهما تبعاً لشكل ومكان حزم الإمتصاص فكلاهما يتميز بأربعة حزم مابين ٥٠٠، ٧٠٠ نانومتر فى الضوء المرئى وحزمتين كبيرتين حوالى ٤٠٠ نانومتر فى المنطقة القريبة من البنفسجى. وعندما يكسر تركيب البورفيرين porphyrin فإن الإمتصاص فى المنطقة البنفسجية أو القريبة منها يصبح صعب التحديد. وبالإضافة فإن إستبدال أيون مغ$^{+2}$ بواسطة بروتونات أو أيونات معدنية أخرى يسبب إنتقال أقصى إمتصاص إلى موجات أقصر فى المنطقة القريبة من البنفسجى وإلى موجات أطول فى المنطقة الحمراء من الطيف، بينما لايرى أى تغيير جوهرى فى الخواص الطبيعية كنتيجة لإطلاق مجموعة الفيتول. ومن العوامل التى تؤثر على أقصى إمتصاص لليخضور ومشتقاته: قطبية المذيب وطزاجة مستحضرات اليخضور والظروف الجوية التى تخزن فيها وعلى ذلك فإن تقدير معامل الإمتصاص النوعى specific absorption coefficient (م.أ.ن. SAC) يجب أن يجرى على مذيبات نقية (الصورة ٤).

ويمكن دراسة اليخضور بعدة طرق فالمجموعات الموجودة فى اليخضور (ميثيل، كاربونيل، أميد ... إلخ) فإن خواص نافعة لطيف تحت الحمراء تحدث عند إمتصاص إشعاعات تحت الحمراء فأشكال

إهتزاز كل مجموعة حساسة جداً للتغيرات فى التكوين الكيماوى والتكيف conformation والبيئة والمجموعات الكيماوية غير المتاحة للطيف تحت البنفسجى - المرئى بحيث يمكن دراستها - كما يمكن دراسته بالرنين المغناطيسى النووى nuclear magnetic resenance وطيف الكتلة mass spectroscopy وإمتصاص الضوء المستقطب circular dichroism.



الثبات أثناء المعاملة

stability in processed foods

المعاملة تستطيع تمزيق الخلايا وتغير من نفاذية غشاء البلاستيد وهذا يؤدى إلى إطلاق اليخضورات فى الخلية وعندما تتصل بالأحماض الموجودة فى الجبلة الأولى protoplasm أو الفجوات فإن تفاعلات تكوين الفيوفيتين تحدث وضبط جهد إلى التعادل أو قلوى قليلاً يؤخر تفاعلات تكوين الفيوفيتين وهذا يشرح عمل بيكربونات الصوديوم عند إضافتها للمواد الغذائية قبل المعاملة ولكن لاينصح بهذه المعاملة لكل الخضروات لأنه فى جهد مرتفع فإنه نتيجة لحلمأة السيليلوز فإن فساد سريع فى تركيب الخضروات يحدث. ولكن يضاف أملاح الكالسيوم والمغنيسيوم مع مواد منظمة للحصول على لون وقوام جيدين وهذه الأملاح نتيجة لتفاعلها مع المواد البكتينية تعطى قواماً متماسكاً.

ويمكن تحسين ثبات اليخضور كيماوياً بإضافة أيونات معادن مثل النحاس والخارصين فهما يكونان مع اليخضور مركبات خضراء ثابتة. وهذه المعادن يجب أن تكون بتركيز على الأقل ٢٥مجم/كجم من المعدن ونسبة المعدن إلى الكلوروفيل ١ : ١ تقريباً. وتعرف هذه الظاهرة فى الأغذية المعاملة بإسم "إعادة الإخضرار" أو "عودة اللون الأخضر".

ومعدل التغير فى اليخضور فى التخزين التجميدى أقل منه فى التبريد أو على درجة حرارة الحجرة وهذا يرجع إلى إنخفاض نشاط الماء فى الأغذية المجمدة ولكن بعض الخضروات يحدث بها هدم فى اليخضور حتى على -١٨°م .

ومن العوامل التى تؤثر على ثبات اليخضور أثناء التخزين التجميدى ج يد، ودرجة الحرارة ونشاط الماء ومدة التخزين والحالة الفيزيقية للأغذية المجمدة.

والآن يوجد كلورفيلين الصوديوم الخالى من الفينول والذى فيه تم إستبدال أيون مغ$^{2+}$ بأيون نح$^{2+}$ بحيث يمكن إستخدامه بسهولة ومن مميزاته لونه الأخضر المزرق وذوبانه المتوسط ومقاومته للمعاملة الحرارية وكونه غير سام. وأيضاً يوجد أحادى وعديد ايدروكسيدات الكلوروفيلايدات الناتجة من التأكسد وكذلك معقدات فيوفوربيدات مع الخارصين أو النحاس بحيث يمكن إستخدامها فى تلوين الأغذية ولكن يجب ملاحظة أن المعدن فى المركبات الأخيرة لايسبب أى تسمم.

تحليل يخضور الأغذية

analysis of food chlorophylls

أن اليخضور غير ذائب فى الماء وعلى ذلك يجب إستخدام مذيبات عضوية. وفى الخطوة الأولى يمكن إستخدام الأسيتون النقى ويمكن إضافة الماء لزيادة الإستخلاص على ألا تزيد نسبته عن ٢٠٪ لأنه فوق هذه النسبة فإن يخضور أ وهو أقل قطبية وكذلك الفينوفيتينات الخالية من المغنيسيوم تكون إستعادتها جزئية. ويمكن إستخدام إرتباطات بين مذيبات أقل قطبية مثل رابع كلوريد الكربون والهكسان والإيثير والكلوروفورم وغيرها مع مذيبات أكثر قطبية مثل الميثانول والإيثانول والإيثايل والخلات ... إلخ بنسبة ٢ : ١ مع المنتجات التى تحتوى ماء أو جافة أو مجفدة. وبعد الترشيح فإن الصبغات فى جزء الكحول يجب أن تنقل إلى الطور الخالى من الماء بواسطة الهز الخفيف مع حجم كاف من المذيب القطبى.

ولتجنب أى تغير كيماوى أثناء الإستخلاص التقليدى فإن بعض التحويرات تبدو ضرورية وهى قد تشمل إستخدام كربونات الكالسيوم أو كربونات المغنيسيوم أو كربونات الصوديوم أو ايدروكسيد الأمونيوم و/أو ثانى إيثيل إنيلين أو ثانى إيثيل فورمامايد لإبطاء تفاعلات تكوين الفيوفيتين. وبالرغم من أن التسخين يساعد على تشابه isomerization اليخضورات فإن الغليان السريع متبوعاً بالتبريد المباشر للعينات قد يستخدم قبل الطحن لتأخير الأكسدة والحلمأة الإنزيمية.

التحليل الطيفى

spectrophotometric analysis

إن خطوة هامة فى هذا التحليل هو تقدير معامل الإمتصاص النوعى والذى يجب تحديده لكل مركب يخضورى عند طول الموجة القصوى فى إمتصاص الضوء فى محاليل محضرة حديثاً. وهذا المعامل والذى يتأثر بقطبية المذيب ضرورى للوصول إلى معادلات مضبوطة لتعيين كمية كل من اليخضورات الكلية وكل يخضور على حدة. وبإستخدام هذه المعادلات فإنه يمكن تحديد بدقة تركيز كل يخضور كما يمكن معرفة نسب أ، ب حتى لو كانت الكاروتينويدات موجودة فى المستخلصات هذا بالنسبة لكل من اليخضور والفيوفيتين. ويمكن تحديد كميات صغيرة (بيكومولات pico moles) من اليخضور وتزداد دقة التحليل الإستشعاعى fluorescence spectroscopy إذا استخدمت معادلات مناسبة ومذيبات ملاءمة.

واستخدم الرنين المغناطيسى النووى nuclear magnetic resonance والأشعة تحت الحمراء وطيف الكتلة وإمتصاص الضوء المستقطب circular dichroism مناسباً فى تحديد وتقرير تركيب ولكن ليس فى تحديد كمية اليخضورات.

جدول (٢): معادلات لتحديد تركيزات اليخضور (خ أ) واليخضور (خ ب) واليخضور الكلى (خ أ+ب) والفيوفيتين أ (فيو أ) والفيوفيتين ب (فيو ب) والفيوفيتينات الكلية (فيو أ+ب) فى مستخلصات صبغات الورق لمذيبات ذات قطبيات مختلفة. أ : إمتصاص.

اليخضورات	فيوفيتينات
ثانى إيثيل إيثير diethyl ether (مذيب نقى)	
خ أ = ١٠,٠٥ أ$_{٦٦٠,٦}$ – ٠,٩٧ أ$_{٦٤٢,٢}$	فيو أ = ١٧,٨٧ أ$_{٦٦٦,٦}$ – ٣,٥٨ أ$_{٦٥٤,٢}$
خ ب = ١٦,٣٦ أ$_{٦٤٢,٢}$ – ٢,٤٣ أ$_{٦٦٠,٦}$	فيو ب = ٢٤,٦٢ أ$_{٦٥٤,٢}$ – ٨,٤٦ أ$_{٦٦٦,٦}$
خ أ+ب = ٧,٦٢ أ$_{٦٦٠,٦}$ – ١٥,٣٩ أ$_{٦٤٢,٢}$	فيو أ+ب = ٩,٤١ أ$_{٦٦٦,٦}$ + ٢١,٠٣ أ$_{٦٥٤,٢}$
إيثانول ٩٥٪ (ح/ح)	
خ أ = ١٣,٣٦ أ$_{٦٦٤,٢}$ – ٥,٨٩ أ$_{٦٤٨,٦}$	فيو أ = ٤٢,٤١ أ$_{٦٦٢,٢}$ – ٢٣,٢٨ أ$_{٦٥٤,٠}$
خ ب = ٢٧,٤٣ أ$_{٦٨٤,٦}$ – ٨,١٢ أ$_{٦٦٤,٢}$	فيو ب = ٥٥,٦٧ أ$_{٦٥٤,٠}$ – ٤٥,٥٣ أ$_{٦٦٢,٢}$
خ أ+ب = ٥,٢٤ أ$_{٦٦٤,٢}$ + ٢٢,٢٤ أ$_{٦٨٤,٢}$	فيو أ+ب = ٣٢,٣٩ أ$_{٦٥٤,٠}$ + ٣,١٢ أ$_{٦٦٢,٢}$
أسيتون (مذيب نقى)	
خ أ = ١١,٢٤ أ$_{٦٦١,٦}$ – ٢,٠٤ أ$_{٦٤٤,٨}$	فيو أ = ٥١٦,٧ أ$_{٦٥٣,٤}$ – ٥٠١,٢ أ$_{٦٥٢,٦}$
خ ب = ٢٠,١٣ أ$_{٦٤٤,٨}$ – ٤,١٩ أ$_{٦٦١,٦}$	فيو ب = ٧٣٢,٥ أ$_{٦٢٥,٦}$ – ٧٢٥,١ أ$_{٦٥٣,٤}$
خ أ+ب = ٧,٠٥ أ$_{٦٦١,٦}$ + ١٨,٠٩ أ$_{٦٤٤,٨}$	فيو أ+ب = ٣٢١,٣ أ$_{٦٥٢,٦}$ + ٢٠٨,٤ أ$_{٦٥٣,٤}$
ميثانول (مذيب نقى)	
خ أ = ١٦,٧٢ أ$_{٦٦٥,٢}$ – ٩,١٦ أ$_{٦٥٢,٤}$	فيو أ = ٤٣,٧٧ أ$_{٦٥٤,٢}$ – ٣٣,٤ أ$_{٦٤٧,٦}$
خ ب = ٣٤,٠٩ أ$_{٦٥٢,٤}$ – ١٥,٢٨ أ$_{٦٦٥,٢}$	فيو ب = ٥٠,٧١ أ$_{٦٤٧,٦}$ – ٣٦,٣٢ أ$_{٦٥٤,٢}$
خ أ+ب = ١,٤٤ أ$_{٦٦٥,٢}$ + ٢٤,٩٣ أ$_{٦٥٢,٤}$	فيو أ+ب = ٧,٤٥ أ$_{٦٥٤,٢}$ + ١٧,٣١ أ$_{٦٤٧,٦}$

التحليل الكروماتوجرافي
chromotographic analysis

بالرغم من أن الطرق الطيفية دقيقة إلا أنها لاتصلح لتقدير اليخضورات ومشتقاتها المتماثلة التي توجد في مخاليط في العينات البيولوجية وهذه يمكن فصلها وتقديرها بالكروماتوجرافيا.

فكروماتوجرافيا العمود مع ممتص غير متفاعل تصلح لعزل كميات كبيرة من يخضور أ ، ب ولكن ليس من الممكن فصل وتحليل المركبات ذات التركيب المتشابه. وهذه التقنية بطيئة ولكن كروماتوجرافيا العمود مع ممتصات محورة كيماوياً مثل سيليلوز ثاني إيثيل أمينو إيثانول ث أ أ أ DEAE-cellulose، د أ أ أ سيفاروز DEAE-sepharose ، سيفادكس ل.هـ-٢٠ Sephadex LH-20 وغيرها يمكن إستخدامها لتجزئة وتحضير يخضورات أ، ب ومنع الصبغات الأخرى في وقت قصير.

وكروماتوجرافيا الطبقة الرقيقة thin layer chromatography تستعمل بكثرة في التحليل الكروماتوجرافي ولكن ممتصات غير عضوية كالسليكاجل والكيسلجور التي تستخدم في الفصل بكروماتوجرافيا الطبقة الرقيقة لليخضور قد تسبب تغيراً كيماوياً في المركبات ويمكن تقليل تكوين أشياء إصطناعية artifact بإستخدام:

١- طبقات رفيعة من السكروز والجلوكوز والسليلوز وحديثاً مواد ذات أداء عال في طور منعكس reversed-phase high performance materials.

٢- تحوير فصل resolution لمركبات اليخضور على السليلوز بإضافة البيريدين إلى الإيثير البترولي الخفف أو ن-هبتان n-heptane.

والفصل الكلي للمشتقات التي لها تركيبات متشابهة يتطلب كروماتوجرافيا الطبقة الرفيعة ذات الإتجاهين two-dimensional TLC مع أنظمة إظهار منفصلة separate procedure developing systems. وحديثاً كروماتوجرافيا الطبقة الرفيعة ذات الأداء العالي في الطور المنعكس reversed-phase-high-performance TLC فتحت إحتمالات جديدة في فصل اليخضورات. فكأنظمة إظهار فإن المذيبات التي تعطي بروتوناً protic solvents (كحولات تحتوي ماء) تكون أحسن من المذيبات التي لاتعطي بروتوناً aprotic solvents (تتكون من أسيتون وأسيتونيترايل) لفصل مكونات اليخضور بكروماتوجرافيا الطبقة الرقيقة ذات الأداء العالي في الطور المنعكس. ومميزات كروماتوجرافيا السائل عالية الأداء high-performance liquid chromatography (ك س ع أ HPLC) مثل سرعة الفصل high resolution ووقت قصير للتحليل نسبياً والحساسية تجعلها متفوقة على التقنيات الأخرى لتقدير اليخضورات ومشتقاتها خاصة وأن التحليل الكامل لليخضورات بهذه الطريقة ليس سهلاً ويرجع ذلك إلى تفاعلات الكاروتينويدات التي توجد مع اليخضورات في أغشية حبيبات اليخضور chloroplasts وإن أمكن التغلب على ذلك بمحددات مختلفة طول الموجة variable-wavelength detectors مع مسح سريع

rapid scanning ومكتشاف ثنائي صمامي diode array detectors تبير قمة نقاء المركبات المفصولة ويعطى الفصل الكلى ابعاداً ثلاثية أو خريطة contour map اى الامتصاص ضد طول الموجة ضد الزمن وتساعد فى اختبار طول الموجة المناسبة التى عندها لايحدث أى تداخل مع الصبغات الاخرى.

ويمكن إستخدام الإمتزاز adsorption وكروماتوجرافيا التجزئة partition chromatography فى تحليل اليخضور بال ك س ع أ فبعكس المواد ذات الطور العادى normal-phase materials فإن الأطوار الكارهة للماء المعكوسة hydrophopic reversed phases تستعمل بكثرة مع كل من isocratic والتمليز المتدرج gradient elution حيث يمكن لأعمدتها أن تتوازن بسرعة ولاتبتدىء فى تكوين أشياء إصطناعية artifacts.

وبالنسبة لـ ك س ع أ لليخضورات فإنه يمكن إستخدام مذيبات عضوية مختلفة ففى حالة أعمدة الطور العادى normal-phase columns فإن مخلوطات غير مائية من أسيتون/هكسان ، كحول / هكسان، إيزواكتان/ إيثانول ، هبتان/ثانى إيثيل إيثير/أسيتون ... إلخ يمكن إستخدامها فى فصل يخضورات ب، ب'، أ، أ' والفيوفيتينات تحت ظروف التمليز المتدرج gradient elution. ومع أعمدة الطور المنعكس reversed-phase columns فإن التمليز elution للمكونات المختلفة يمكن تحويرها بإستخدام كتم الأيونات ion supression وإزدواج الأيونات ion pairing واطوار ايونية عالية الحركة high ionic strength mobile phases أو تكون منظمة buffered. وفى التمليز المتدرج gradient elution فيحب الإبتداء مع طور متحرك يتكون ماء وكحولات لضمان فصل المشتقات الأكثر قطبية والتدرج gradient النهائى يمكن أن يجرى مع قطبية تقل للـ elute يخضورات أ، ب والفيوفيتونات.

والوصول إلى طريقة ك س ع أ سريعة وذات كفاءة كخطوة واحدة تحت ظروف ملز isocratic elution كان تحت الإختبار وتوصلوا إلى:

١- فصل resolution لمركبات اليخضور من أعمدة طور منعكس يمكن أن يحسن بإستخدام طور غير مائى متحرك ذى قطبية متوسطة مع نظام تمليز elution ذى معدل إنسياب متزايد.

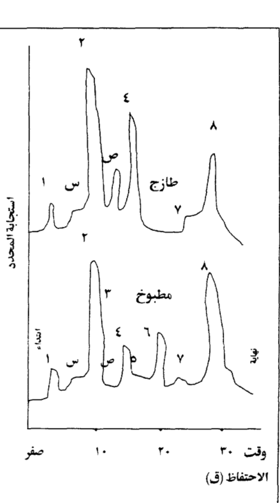
٢- إضافة أملاح أو أنظمة منظمة (١-٢٪) إلى الأطوار المائية المتحركة يحسن من فصل resolution لصبغات اليخضور ويحميها من تفاعلات تكوين الفيوفيتين التى يساعد عليها حموضة كل من الأطوار الثابتة والمتحركة المستخدمة.

٣- إستخدام محددات إستشعاعية fluorometric detectors لها حساسية عالية يسمح بتقدير اليخضورات حتى لو وجدت فى تركيزات منخفضة جداً. وهذه المحددات تعمل على تحليل العينات ذات الأحجام الصغيرة.



chloroplast **حبيبة اليخضور**

جسيم كبير محاط بغشائين يحتوى أغشية ويعمل كموقع للتمثيل الضوئى فى الطحالب وخلايا النبات الأخضر.



معدل
الانسياب |← ٢ مل/ق * ١ مل/ق ←|

صورة (٥): فصل حبيبات اليخضور لبسلة طازجة ومطبوخة على أعمدة كرومزيل chromsil كربون ١٨ مملزة بخلات أسيتونيترايل ميثانوإيثايل acetonitrile methane-ethyl acetate (٥٣ : ٤٠ : ٧ ح/ح/ح) والتحديد عند ٦٥٠ نانومتر:

١- كلوروفيلايد ب. ٢- يخضور ب. ٣- يخضور ب/.
٤- يخضور أ. ٥- يخضور أ/. ٦- فيوفيتين ب.
٧- غير محدد. ٨- فيوفيتين أ. ٩- بيروفيوفيتين أ.
س، ص نواتج أكسدة ليخضور أ، ب بالتتابع

(Macrae)

green acid **حمض أخضر**

أنظر: لون

---

standard error **خطأ معيارى**

مقياس للإختلاف يمثل متوسط المسافة بين البيانات عن متوسطها ومربعة هو الإختلاف.

(Academic)

خطّ

---

flow-sheet **خط الانتاج**

تصوير لتقدم نظام لتعريف أو تحليل أو حل لمسألة بيانات أو معاملة أو تصنيع وفيها تكون الرموز تستخدم لتمثيل العمليات أو بيانات إنسياب المادة والأجهزة والخطوط تمثل العلاقات بين المكونات.

(McGraw-Hill Dic.)

linear regression **انحدار خطى**

خط مستقيم بين نقاط تبعثر الدياجرام يكون فيها التبعثر أقل مايمكن.

(McGraw-Hill Dic.)

معادلة خطية linear equation

المعادلة الخطية في المتغيرات $س_1$، ..... $س_ن$، ص في أي معادلة لها الشكل $أ_1س_1 + أ_2س_2 + ... + أ_ن س_ن =$ ص. (McGraw-Hill Dic.)

تخطيط (المصنع) layout

خطة تبين ترتيب الأشياء والمسافات في تركيب ما. (Academic)

خطة plan

طريقة أو نظام مقترح لعمل شيء ما. (Academic)

خطم

خطمى marshmallow

الإسم العلمي *Althea officinalis*

الفصيلة/العائلة: الخبازية Malvaceae (Mallow) (Everett)

بعض أوصاف

السيقان واقفة ٠,٩ - ١,٢ متر مع وجود عدد قليل من الأفرع والأوراق مستديرة بيضية ٥ - ٨ سم في الطول مع حدود غير متساوية مسننة والأزهار في شكل الكأس لونها باهت.

وتنمو في المستنقعات المالحة والأماكن الرطبة بجانب البحر. (Ensminger)

الإستخدام

الخطمي الأصلي كان يصنع من الجذور ويحلى بالسكر وينكه بماء زهر البرتقال. وكان يستخدم كخضر في وقت الرومان. وكان يغلي ويؤكل كخضار. أما الخطمي الموجود الآن فهو حلو أسفنجي مصنع من الصمغ العربي وبياض البيض والسكر وماء زهر البرتقال والماء وقد يحل محل ماء زهر البرتقال، الفانيليا أو نكهة فاكهة.

الأسماء: بالفرنسية guivaume، وبالألمانية Lederzucker، وبالإيطالية altea ،bismalva، وبالإسبانية malvairas. (Stobart)

خفض to reduce

زمن الخفض/ الإنخفاض العشري/قيمة د
decimal reduction time/D value

أنظر: تعقيم، تعليب

خفق whip/beat

هي عملية لإنتاج القوام وتتضمن ترغية وإدخال فقاقيع الهواء في أي شيء يتم خفقة وعادة يكون كريمة أو بياض بيض.

خفق بياض البيض

لبياض البيض مقدرة خاصة على الإحتفاظ بفقاعات الهواء عند "ضربه" خفقه. فالبيض يجب أن يكون طازجا وبياض البيض يحتوى بروتينا - أو فالبيومين - والذي يرغو كأحسن مايمكن في ظروف حمضية والحمض يطري البروتين ويجعله يمتد بسهولة أكثر

ولذا قد يضاف كريم الطرطر cream of tartar والملح يساعد على الأرغاء أما السكر فيساعد فى طريقتين: فإنه يعطى ثبات للرغوة ويساعد ميكانيكياً لإدخال الهواء إلى الكتلة. والدهن عدو الإرغاء فيجب ألا يصل صفار البيض إلى بياضه.

وكلما زاد ضرب/خفق بياض البيض كلما امتد البياض إلى أن يصل إلى أقصاه. والأطوار كمايلى:
١- فقاقيع كبيرة: فالبياض لازال جارياً ولم يخلط جيداً بعد. ٢- فقاقيع أصغر. ٣- فقاقيع صغيرة فالرغوة المتماسكة ناعمة مع غياب الحالة السائلة.
٤- جاف وقصف ويمكن قطعها أو عملها فى أشياء صغيرة وهذا لايصلح لشيء.

الكريمة

هى درجة بين الكريمة الخفيفة والثقيلة. والكريمة يجب خفقها إلى أن تصل إلى القمة بعد ذلك تتحول إلى زبدة. والكريمة الحمضية تثخن بسرعة وتتحول إلى زبد.

والأسماء: بالفرنسية battre (بيض)، fouetter (كريمة)، وبالألمانية schlagen، وبالإيطالية shattre، وبالأسبانية batidon. (Stobart)

خَلَب — to chelate

هذه الكلمة تأتى من اللغة اليونانية بمعنى مخلب claw وهى تشير إلى مركب دائرى يتكون بين جزيء عضوى وأيون معدنى والأخير ممسوك فى الجزيء العضوى كما لو كان بمخلب.

ويمكن إستخدام عوامل الخلب chelating agents لخلب المعادن مثل النحاس والحديد والخارصين لأن المعادن غير المخلوبة قد تساعد على تدهور الغذاء و/أو تغير لون الغذاء أو العكس.
وتأثير عوامل الخلب المضافة قد يكون مساعداً أو معاكساً أو غير معروف بالنسبة للمعادن لأن:
١- الأغذية تحتوى على عوامل خلب طبيعية والتى تتفاعل مع مضافات الأغذية. ٢- بعض العوامل يتدخل فى إمتصاص المعادن وغيرها يحسنها ٣- العوامل التى تساعد على إمتصاص المعادن تساعد على إفرازها فى البول.
٤- المحتوى الكلى للمعادن فى الغذاء يحدد أى من المعادن المختلفة سيرتبط مع عوامل الخلب وأيها سيبقى حراً ويمكن معاكسة ذلك بزيادة كمية العامل الخالب فى الغذاء.
ومن عوامل الخلب الطبيعية اليخضور والسيتوكروم والهيموجلوبين وحمض الأسكوربيك وفيتامين ب١٢، وبعض الأحماض الأمينية والأكسالات والفيتات.
وأكثر عوامل الخلب المستخدمة والمخلقة ثانى أمين الإيثيلين رابع حمض الخليك ethylenediamine tetraacetic acid.
(Ensminger)

خلخل — to exhaust

إستخدام مكنة لتسخين الغذاء قبل نقله بغرض إحداث فراغ جزئى فيه فى العلبة.
(Academic)

خلص

to extract **خلص/استخلص**

هو إستخلاص مكون بإستخدام مذيب (ماء أو مذيب عضوى) يذيب المكون فالشاى مستخلص مائى من أوراق الشاى.

foots/soap stock **الخلوص / الحثفر**

خليط من صابون وزيت وشوائب تترسب من الزيت أو الشمع بمجرد تركها ساكنة.
(Academic)

to blind/mix **خلط**

يخلط مادتين أو أكثر فى كتلة واحدة.
(Academic)

خليط ثابت الغليان
azeotropic mixture

خليط سائل له درجة حرارة غليان ثابتة بحيث أن البخار الناتج فى التقطير أو بالتبخير الجزئى له نفس التكوين كما فى الطور السائل. ونقطة غليان هذا المخلوط تكون عند أقلها أو أعلاها إذا ماقورنت بمخاليط أخرى لنفس المواد.
(Academic)

eutectic mixture **مخلوط تصلدى**

يصف مخلوطاً فيه نسب المواد بحيث أنه لايوجد أى تكوين لنفس المواد يمكن أن يكون له درجة حرارة أقل للإنصهار أو التجمد.
(Academic)

aftertaste **الخلفة**

هو الطعم الذى يبقى فى الفم بعد الأكل.

vinegar **الخل**

الخل هو نتيجة التخمر الخلى لمحاليل كحولية مخففة أقل من ١٠ - ١٥٪ (ح/ح) للإيثانول وتأتى من النشاط التأكسدى للكائنات الدقيقة الهوائية *Acetobacter*. فهذه الكائنات
A. aceti, *A. liquefacians*,
A. pasteurianus, *A. hansenii*
تؤكسد الإيثانول إلى حمض خليك مستخدمة الأكسجين الجوى ومكونة قشرة رقيقة لها تركيب مختلف "أم الخل". وأحسن درجة حرارة لتكاثر هذه البكتيريا هى ١٨ إلى ٣٤°م متوقفاً على النوع.

إنتاج الخل

◈ **الكائنات الحية الدقيقة فى العملية:**

هذا التخمر يمثل بالمعادلة:

ك يد٣ | ك يد٢ أ يد ——(أ٢ / Acetobacters)——► ك يد٣ | ك أ أ يد + يد٢ أ (١)

وفى تحول الإيثانول إلى حمض خليك فإن الخطوة الأولى هى تكوين الأسيتالدهيد وهذا يتفاعل مع الماء معطياً أسيتالدهيد مميأ hydrated وفى الخطوة الثانية يتأكسد الألدهايد

(٢)

كما يتكون حمض الخليك بواسطة عدم تحول dismutation لجزيئين من الأسيتالدهيد (٣) والإيثانول يحدث له إعادة أكسدة وتعاد الدورة

ونظرياً ينتج ١ جم من الكحول من ١,٣جم من حمض الخليك وعملياً فإن الناتج يكون ١٥ – ٢٠٪ أقل أساساً لأن كلاً من الكحول والأسيتالدهايد وحمض الخليك تميل إلى التطاير.

ويصاحب التخمر الخلى عدة تخمرات ثانوية والتى تعطى نكهة وعبير الخل فتتكون كميات صغيرة من الإيثان والأسيتالدهايد وفورمات الإيثايل وخلات الإيثايل وخلات مشابه البنتايل isopentyl acetate والبيوناتول وميثيل بيوتانول وخلات الميثيل كربينول acetylmethyl carbinol والتى تختلف من خل إلى خل ويتوقف ذلك على المواد المبتدئة.

والمواد الطازجة قد تكون النتيشةأو النبيذ أو البيرة أو سوائل من تخمر الحبوب أو الفواكه أو البطاطس أو محاليل سكرية مثل دبس السكر أو عسل النحل أو الشرش أو إيثانول نقى مخفف ومزاد بالمغذيات وهذا هو الخل المتخمر ويختلف عن الخل المخلق الذى هو حمض خليك مخفف.

طرق الصناعة

تقع طرق الصناعة فى ثلاث طرق رئيسية:

الطرق البطيئة لاتستعمل الآن.

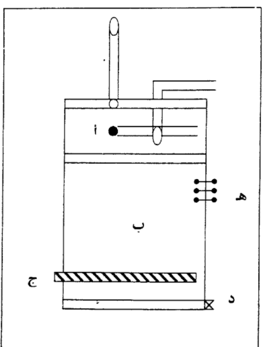
طريقة أورليان Orleans process تستعمل الآن لإنتاج خل عالى الجودة وهى طريقة قديمة وتحتاج لمساحة كبيرة والسائل الذى تبتدىء به يوضع فى برميل خشبى cask يحتوى رقاقات الخشب wood-shavings أو سويقات العنب grape stalks حيث تبتدىء عملية التخمر وبعد ثمانية أيام ينقل السائل إلى براميل تملأ لنصفها أو ثلثيها وفيها يستمر السائل حتى يصل التخمر إلى أقصاه (حوالى ثلاثة أشهر). وبعد ذلك يسحب ٣/٢–٤/٣ الخل من القاع كل أسبوع ويضاف كمية مماثلة من أعلا.

وتهدف العمليات فى الطائفة الثانية والثالثة إلى وصل السائل الكحولى الذى يتخمر مع الهواء بأقصى سطح ممكن وهذا يسرع من تحول الأكسجين الغازى إلى سائل وبذا يقل الوقت.

وطرق التوليد generator processes وفيها تصنع التنكات من خشب أو صلب وبها حلقات تبريد ويدور الهواء فيها ولها قاع كاذب مثقب ويحمل رقاقات ويحسن أن يكون من خشب الزان beech wood أو سويقات العنب والتى يملأ بها التنك ويعمل ميكانيزم على توزيع السائل الكحولى على السطح (الصورة ١). وينزل السائل على رقاقات

الخشب والتى تمتلىء بالأسيتوباكتر ثم يتم ضخه مرة أخرى إلى الموزع وتعاد الدورة وتستمر العملية إلى أن يصبح التخليل acetification تاماً خلال أسبوع إذا أحتفظ بدرجة الحرارة فى مدى ٢٧ - ٣٠°م حيث يتم سحب كمية معينة من الخل من القاع ويوضع بدلاً منها كمية مساوية من السائل الطازج.

وهذه العملية عملية مستمرة تعطى خلاً رائقاً له خواص حسية جيدة ولكنها بطيئة وحوالى ٢٠٪ من الناتج يفقد خلال التبخر. ويجب إستبدال رقاقات الخشب مرق كل سنة على الأقل.



صورة (١): مولد دائر.

أ : موزع لتوزيع السائل على رقاقات الخشب.

ب: رقاقات خشب الزان. ج: قاع كاذب مثقب.

د: حنفية لسحب السائل. ئى: ترمومترات.

والطائفة الثالثة فيها الطرق المغمورة submerged وهى تستخدم الهواء الذى يدفع خلال السائل - ولايستخدم رقاقات الخشب - ويتم إستبدال أم الخل بمزارع مختارة من الأسيتوباكتر. ويصنع تنك المولد من الصلب غير القابل للصدأ أو من البروبيلين المقوى بالزجاج الليفى fiberglass ويعد بما يسمح بقياس إستمرار إنسياب الهواء المرضى وبملفات تبريد تسمح بالمحافظة على درجة الحرارة حوالى ٣٠°م فى الجزء المتخمر من السائل وبترمومترات لقياس درجة الحرارة وأحياناً مقياس آلى لقياس محتوى الكحول فى السائل المتخمر. وتبتدىء أكسدة الكحول ببطء بواسطة التهوية والتخمر يظهر فى خلال ٢٤ ساعة فيدخل الهواء بإنتظام كل ساعة ويتخلل جسم السائل بطريقة منظمة بحيث يحدث تخمر حى وسريع. ويعتبر التخمر تاماً عندما يتبقى من الكحول حوالى ٠,٢ - ١,٥٪ وزن/حجم والعملية سريعة جداً ويسحب حوالى نصف الخل الناتج ويعمل الباقى كأم خل للعملية التالية.

والناتج حوالى ٩٠ - ٩٥٪ حث لايوجد فقد من التبخر ولكن الناتج يكون سحابياً/عكراً cloudy وأقل أرومة من الخل الذى ينتج بطرق التخمر البطيئة ويرجع هذا إلى أن الإسترازات ليس لها الوقت لتعمل وتكون محتويات المواد الطيارة المميزة عادة صغيرة ويرشح الناتج ويوضع فى براميل خشبية ليعمر وينتج عن ذلك خل من درجة أعلا ورائق تماماً.

خل النتيشة malt vinegar

ينتج من تخمر الشعير المنتش بدون أو بإضافة حبوب أخرى يحول فيها النشا إلى سكر بواسطة دياستاز الشعير المنتش وأثناء الهرس فإن الشعير المنتش - وأحياناً مخلوطاً بحبوب أخرى مثل الذرة أو الأرز - يطحن ويخلط الهريس مع ماء ساخن فى التن tun حيث يتحول النشا إلى مالتوز ودكستروز ودكسترينات ويصفى السائل الحلو خلال القاع الكاذب للتن ويجمع فى أوعية حيث يتم تخمره بإضافة الخميرة التى تحول السكريات المتخمرة إلى إيثانول وثانى أكسيد كربون. وعندما يصبح التخمر تقريباً كامل فإن السائل الكحولى يفصل عن الخمائر ويحمض بحمض الخليك acetified بتلقيحه بمزارع أسيتوباكتر فيتم أكسدة الكحول الناتج إلى حمض خليك فى وجود الأكسجين الجوى. والخل الناتج يكون عبيرياً والأصناف الممتازة تنتج بواسطة عمليات أورليان البطيئة والقديمة وهو لونه لون القش ويجب أن يحتوى على ٤٪ وزن/حجم من حمض الخليك. ويمكن تحضير مقطر خل النتيشة منه بالتقطير ويحتوى على المكونات الطيارة وليس له لون ويستعمل فى تحضير silver skin البصل المخلل.

الخل المخلق synthetic vinegar

تسمح بعض البلاد بإستخدام خل غير مخمر فى الأغذية وينتج حمض الخليك عادة بالأكسدة من الأسيتالدهايد الذى يأتى من تميؤ الإسيتيلين أو إزالة الأيدروجين من الإيثانول. وينقى حمض الخليك الناتج ويخفف بالماء إلى ٦٠ - ٨٠٪ بالحجم للحصول على "أسنس الخل vinegar essence" وهو محلول مركز لحمض الخليك ومتآكل جداً ويخفف للحصول على ٤ - ٥٪ حمض خليك. ويتم تلوينه صناعياً بإستعمال الكارامل caramel ويعطى نكهة العبير بإستخدام السكر أو التنكيه الكيماوى والملح أو بإستخدام الخل الطبيعى.

خل النبيذ wine vinegar

يستخدم النبيذ المحتوى على نسبة منخفضة من الكحول (٧-٩٪ ح/ح) أو النبيذ الذى به الحموضة الطيارة مرتفعة جداً وإذا إستخدم نبيذ مرتفع نسبة الكحول فإنه يجب تخفيفه بالماء لأن تركيز الكحول المرتفع يمنع عمل الأسيتوباكتر ولنفس السبب فإن النبيذ يجب أن يكون خالياً من ثانى أكسيد الكبريت أو الثفل ويمكن إستخدام نبيذ أبيض أو أحمر أو وردى لإنتاج خل أبيض أو أحمر بالتتابع.

وفى الطريقة المنزلية أو الصغيرة فإن النبيذ يصب فى براميل صغيرة خشبية مع أم الخل التى هى عبارة عن مزارع من الأسيتوباكتر مأخوذة من براميل تم إنتاج الخل بها ولاتملأ البراميل لترك مكان للهواء والتخمر بطىء ويقف ذاتياً عندما تصل الحموضة إلى ٧ - ٨٪ وتحول النبيذ إلى خل ينتج عنه تكوين مواد عديدة تعطى خواصاً عضوية حسية للناتج النهائى وأهمها الأسيتالدهيد وخلات الإيثايل وكحولات طيارة خاصة ٣-ميثايل-١-بيوتانول وخلات ميثايل الكربيتول. وهذا الخل يسحب للإستخدام ويحل محله نبيذ طازج يتم

معاملته بالخل. والخل الناتج بالطرق الصناعية يختلف فى التكوين وتتطلب المجموعة الأوربية الإقتصادية EEC بأن الحموضة الكلية يجب ألا تقل عن ٦جم حمض خليك لكل ١٠٠مل والإيثانول المتبقى يجب ألا يزيد عن ١,٥٪ ح/ح واللون يختلف من أصفر إلى أحمر والخل النقى المصنوع من نبيذ أبيض مطلوب للتخليل.

❖ **أنواع أخرى من الخل other vinegars**

هناك أنواع أخرى من الخل تستخدم فى بعض البلاد ومنها:

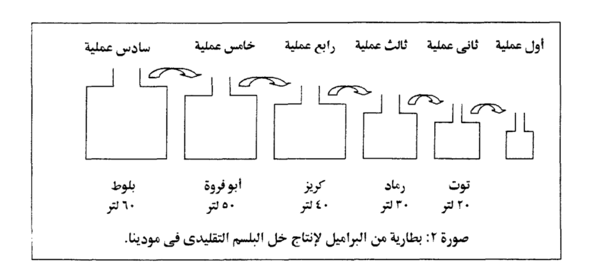
• **خل السيدر cider vinegar**: ويحضر من نبيذ التفاح الذى حدث به تخمر خلى ولونه مصفر ويمكن تغميقه بالكارامل وحموضة غير مرتفعة وله نكهة قابضة.

• **روح الخل spirit vinegar**: وقد يسمى خل أبيض أو كحولى يحضر بالتخمر الخلى لمقطر كحولى يحصل عليه من نواتج تخمر كحولى للسكريات الطبيعية مثل دبس السكر وحيث يسمح به فإن الإيثانول المصنع يخفف إلى ١٠ - ١٤٪ ح/ح وهو عديم اللون وكثيراً مايتم تلوينه بالكارامل وهو حامضى ولكنه ليس عبيرى وعندما يتم تجفيفه إلى ٤-٥٪ حموضة فإنه يستخدم فى التخليل.

• **خل الأرز rice vinegar**: فى الشرق الأقصى حيث الأرز يستخدم كثيراً فإن الخل يحضر من الأرز أو من الساكى أو نواتج تصنيع الساكى الثانوية. وهذا الخل له حموضة منخفضة ومحتوى أحماض أمينية عال.

• **خل البلسم balsamic vinegar**: هذا الخل ينتج فى شمال إيطاليا وينتج من عصير العنب grape must عادة التربيانو وعندما يبتدىء التخمر الكحولى - بعد ٢٤ ساعة من العصر - يغلى العصير بلطف حتى يتم الحصول على ٢/١ أو ٣/١ الحجم والسائل يحتوى فى هذه الحالة على نسبة عالية من السكر حوالى ٣٠٪ يحدث فيها التخمر الكحولى والخلى ببطء جداً. ويحدث التخمر البلسمى على عدة سنين وأثناؤه يتم نضج وتعمير الناتج الذى يحتوى على كحولات وسكريات وألدهيدات وأحماض عضوية والتى يحدث لها تغيرات كيماوية ببطء جداً.

وبطارية الخل تتكون من عدد من البراميل (من ٥-١٢ أو أكثر) (صورة ٢) من خشب مختلف وسعات مختلفة توضع فى أماكن هاوية حارة وجافة صيفاً وباردة شتاء ويتم أخذ جزء من محتويات أصغر برميل سنوياً للإستهلاك ويحل محله كمية مساوية من البرميل الأكبر مباشرة وهذا يتم تغذيته من البرميل المجاور وهكذا وأخيراً فإن أكبر برميل يتم تغذيته بالعصير المغلى وتأخذ العملية ١٢ سنة على الأقل وأحياناً نجد خلاً عمره ٥٠ سنة والناتج قليل (١ لتر خل من كل ١٠٠ كجم عصير طازج) ولكنه عالى الجودة وله تلازج شرابى syrupy consistency ولونه بنى غامق حلو وحامضى فى الطعم وله رائحة عبيرية لطيفة مميزة.



صورة ٢: بطارية من البراميل لإنتاج خل البلسم التقليدى فى مودينا.

والحموضة الكلية مرتفعة (٢٠ – ٧٠٪) وتبلغ مابين ٦-١٨٪ وزن/حجم حمض خليك وهناك كميات كبيرة من السكريات خاصة الجلوكوز والفركتوز ومواد عصيرية مختلفة تكونت على مدى السنين.

تجديد وتخليل الخل

characterization & analysis of vinegar

تبلغ الكثافة النسبية لأنواع الخل من ١,٠١٠ لروح الخل إلى ١,٠٦٠ للخل المخلق. والمواد الصلبة الكلية تختلف فهى عالية فى خل البلسم فى مودينا وهى تكثر فى خل المولت والنبيذ والسيدر عنها فى روح الخل والخل المخلق.

أما الخل المنتج بالتخمر brewed vinegar ولأنه خل طبيعى فهو يحتوى على عدد من المكونات تأتى من المواد الخام أو من التخمرات الأولية أو الثانوية أو تنتج من تفاعلات من هذه المصادر (جدول ١).

وأكثر المواد الطيارة وجوداً هو حمض الخليك والذى هو عادة مسئول عن حموضة الخل وهو يتراوح مابين ٤ – ٥٪ لخل الأرز إلى ١٠-١٢,٥٪ للخل المقطر. ويوجد أيضاً الأسيتالدهايد وهو ناتج ثانوى للتخمر الخلى. وكذلك يوجد عديد من الأسترات منها خلات الإيثايل وخلات الميثايل والإيمايل ويوجد أيضاً البيوتانولات والبنتولات. كما يوجد خلات ميثايل الكربينول acetyl-methyl carbinol فى الخل المصنوع بالتخمر بكميات مختلفة. كما يوجد أحماض الطرطريك والسيتريك فى خل النبيذ بينما يوجد أحماض الفورميك والماليك فى خل السيدر.

ويجرى تحليل أنواع الخل ولكن لتعيين نوعه يجرى الأختبارات الآتية:

• **التقدير الحسى sensory evaluation**: وأهمها اللون والرائحة والطعم وإذا كان الخل/عكراً cloudy فيجب أن يختبر تحت تكبير لدودة الخل vinegar eel وهو نيماتود *Anguillula aceti* يتطفل على الخل.

• **الكثافة النسبية relative density**: وتقدر عند ٢٠°م بإستخدام ميزان دسنفال أو بيكنومت.ر

جدول (١): المكونات الكيماوية لأنواع من الخل.

	خل النتيشة	خل النبيد	خل السيدر	روح الخل (مركز)	خل الأرز	خل البلسم	خل مخلق
الكثافة النسبية	١,٠١٣ – ١,٠٢٢	١,٠١٣ – ١,٠٢٠	١,٠١٣ – ١,٠٢٤	١,٠١٥ – ١,٠٢٠	–	–	١,٠٠٧ – ١,٠٢٢
مواد صلبة كلية (جم/لتر)	٣,٠٠ – ٢٨,٤٠	٨,٧١ – ٢٤,٨٨	١٩,٠٠ – ٣٥,٠٠	١,٥٠ – ٦,٠٠	–	٣٣٦,٧ – ٨٧٣,٩	١,٠ – ٤,٥٠
رماد كلى (جم/لتر)	٠,٦٠ – ٧,٦٠	١,٤٧ – ٣,١٠	٢,٠٠ – ٤,٥٠	٠,٢٠ – ٠,٥٠	٠,٥٠ – ٧,٦٠	٤,٠٠ – ١٨,٨٠	٠,٢ – ٠,٥
قلوية الرماد (مللى مكافىء/لتر)	–	٩,٦٠ – ٣١,٦٠	–	–	–	–	–
حموضة كلية كحمض خليك (٪)	٤,٣٠ – ٥,٩٠	٥,٩٤ – ٩,٢٠	٣,٩ – ٩,٠	١١,٥٠ – ١٢,٢٠	٤,٠٠ – ٥,٢٤	٦,٢٥ – ١٤,٨٨	٤,١ – ٥,٣
حموضة طيارة كحمض خليك (٪)	–	٥,٥٥ – ٧,٩٥	–	–	٣,٧٩ – ٥,١٦	٣,٩٠ – ١٣,٦٠	–
حموضة ثابتة كحمض خليك (٪)	٠,٢٠ – ٠,٤٠	٠,٠٢ – ٠,٥٥	٠,١٠ – ٠,٢٠	–	٠,٠٥ – ٠,٦٦	١,٥٨ – ٢,٢٧	يهمل
كحول (٪ ح/ح)	–	صفر – ٠,٨١	٠,٠٣	٠,١٥	صفر – ٠,٦٨	٠,٠٤ – ٠,٠٨	–
نتروجين كلى (جم/لتر)	٠,٤٠ – ١,٤٠	١,١٥ – ١,٨٦	–	٠,٠٣	٠,٨٠ – ١,٢٩	١,٠٢ – ٢,١٦	صفر – ٢,٠
سكريات (جم/لتر)	–	صفر – ٦,٢٠	١,٥٠ – ٧,٠٠	–	صفر – ٩١,٠٠	٣٥١,٧ – ٦٨٩,٧	–
اسيتالدهيد (مجم/لتر)	–	١٨,١٩ – ١١٤,٤	–	–	–	٨٤,٩ – ٣٧٤,٧	–
خلات الميثايل كربينول (مجم/لتر)	–	١٢٢,٠ – ١٢٥٧,٠	–	–	–	٢٤٩,١ – ١٥٩٧,٨	–
خلات الايثايل (مجم/لتر)	–	٢٠٦,٠ – ٥٢٩,٠	–	–	–	–	–
حمض سيتريك (جم/لتر)	–	٠,٢٦ – ٠,٣٩	–	–	–	١,٦٦ – ٣,٤٧	–
حمض ماليك (جم/لتر)	–	٠,٤٧ – ٠,٨٠	٠,٧ – ١,٦	–	–	٨,٠٠ – ٣٧,٤٠	–

• **الحموضة الكلية:** وتقدر بتقطير الناتج المخفف بواسطة محلول قلوى معيارى ويعبر عنها بجرامات حمض خليك / ١٠٠مل خل.

• **الحموضة الثابتة:** ١٠ مل من العينة تبخر إلى تمام الجفاف ثم يضاف إليها ماء وتعاد العملية خمس مرات للتخلص من جميع حمض الخليك والمتبقى النهائى يذاب فى ماء وينقط مع محلول قلوى معيارى ويعبر عنه بجرامات حمض الطرطريك /١٠٠ مل خل.

• **حموضة طيارة volatile acidity:** وتحسب بالفرق بين الحموضة الكلية والحموضة الثابتة وكلاهما يعبر عنها بجرامات حمض خليك /١٠٠مل خل.

• **المواد الصلبة الكلية:** عينة من ٥٠ مل تبخر فى كبسولة بلاتين ثلاث مرات مع ماء لأجل التخلص من كل حمض الخليك ثم تجفف إلى وزن ثابت فى فرن على ١٠٠°م.

• **الرماد:** ترمد المواد الصلبة الكلية فى فرن على ٥٠٠ - ٥٥٠°م وإذا حصل على نتيجة عالية يجب أيضاً تحديد الملح.

• **قلوية الرماد:** وهذه أساساً من كربونات البوتاسيوم والتى تتكون أثناء التكلس calcination وتقدر بإذابة الرماد فى كمية معينة مضبوطة من حمض كبريتيك معاير والزيادة تنقط بقلوى ويعبر عنها بمللى مكافىء للقلوى/لتر.

• **إيثانول:** ١٠٠مل من الخل تعادل بأيدروكسيد صوديوم وتقطر مرتين وتقدر كثافة المحلول ببيكنومتر pykenometer وكمية الإيثانول تحسب من الجداول.

• **أحماض معدنية:** يضع نقاط من محلول بنفسجى الميثايل methyl violet تضاف لعينة الخل المخفف فإذا كان هناك أى أحماض معدنية فاللون يتغير إلى أزرق مخضر ويمكن إستخدام برتقالى الميثايل أو أزرق الميثايل.

• **نتروجين كلى:** يقدر بطريقة كلداهل على ٢٥سم^{3} من الخل.

• **فوسفات:** تقدر فى الرماد أو بعد أكسدة مبتلة.

• **خلات الميثايل كربينول:** تقدر على أساس تفاعل فان نيل فتؤكسد خلات الميثايل كربينول إلى ثانى خلات بواسطة كلوريد الحديديك وثانى الخلات تفاعل بالأيدروكسى لامين hydroxylamine وتحول إلى جليوكسيم glyoxime الذى يعطى نيكل ثنائى ميثايل جليوكسيم nickel dimethyl glyoxime وهذا يقدر إما حجمياً أو لونياً.

❖ التفرقة بين أنواع الخل

تتوقف التفرقة على المواد الطيارة الموجودة:

• **قيمة الأكسدة oxidation value:** عدد مليلترات ٠,٠٠٢ مول M برمنجنات بوتاسيوم يتغير لونها بواسطة ١٠٠مل من البينة فى ٣٠ق تحت ظروف قياسية. ويعطى هذه القيمة كل من الكحول وخلات ميثايل كاربينول.

• **قيمة اليود iodine value:** عدد مليلترات ٠,١ مول M يود تمتص بواسطة ١٠٠مل عينة تحت ظروف قياسية. وهذه القيمة تتأثر بخلات ميثايل كربينول وثانى الخلات.

• **قيمة الأستر ester value**: عدد مليلترات ٠,٠١ مول M أيدروكسيد الصوديوم المطلوبة لتصبن الأسترات الموجودة فى ١٠٠مل من العينة تحت ظروف قياسية.

وتعطى أنواع الخل المتخمر عادة قيم عالية ولكن النواتج الصناعية تعطى قيم منخفضة لأنها عادة خالية من المواد المختزلة الطيارة.

والخل يمكن تحديده بواسطة كروماتوجرافيا الغاز فيمكن التفرقة بين الخل المتخمر والمخلق، وكذلك أنواع الخل المتخمر المختلفة.

ويمكن ضبط خلط وغش الخل المتخمر بالخل المخلق بواسطة مطياف الكتلة بإستخدام كربون ١٣- كربون ١٢ فالخل المخلق له ٠,٥٪ كربون ١٣ أكثر من حمض الخليك المخلق بتروكيماوياً.

الإستخدام فى الغذاء

استخدم الخل فى العالم كمادة منكهة أساسية فى تحضير وطبخ بعض الأغذية. ويمكن إستخدام الخل كما هو أو يعطر بالعشب والتوابل مثل الطرخين tarragon أو الثوم أو كرات أبوشوشة shallot أو البلسان/خمان elder وهى تنقع فى الخل عندما يكون التخليل كاملاً وأحياناً فى بعض أنواع الخل يضاف السكريات.

وهو يستعمل أيضاً فى تحضير كثير من الصلصات والمخلل ومنتجات الخضروات والسمك.

كما يضاف فى كثير من المواد مثل المخلل والخضروات المخللة والفواكه المتبلة والتوابل وصلصات السلطة والمايونيز والخردل والكتشب والدواجن barbacued واللحوم المخللة والـ marinated والخبز والصلصات وصلصات الجبن والمشروبات الخفيفة والصناعة تستخدم الخل المقطر وحيث يسمح القانون الخل المخلق.

(Macrae)

التخليل pickling

يعرف التخليل بأنه استخدام المأج brine أو الخل أو محلول توابل للمحافظة وإعطاء نكهة فريدة للأغذية.

والتخليل من أقدم طرق حفظ الأغذية وعرف منذ قدماء المصريين وفى عام ١٩١٩ م عزلت سلالات مـــــن *Betacoccus arubonosacceus* من بطاطس حامضية ومن كرنب حامضى ومن عجين حامضى. وفى عام ١٩٣٠ أمكن تعداد ومعرفة عدد من الكائنات الدقيقة المسئولة عن تخمر الســـوركراوت ومنـــها *Leuconostoc mesenteroides*.

وهنالك ثلاثة طرق للتخليل: ١- تخمر مأجى brine fermentation وتمثل ٤٣٪ من محصول الخيار المخلل ٢- البسترة وتمثل ٤٣٪ أخرى . ٣- التبريد ويمثل ١٤٪.

ولازال التخليل يمثل طريقة رئيسية فى كثير من البلاد لأنه: ١- يعطى خواصاً حسية عضوية مرغوبة. ٢- يعطى طريقة لمد عمر الفاكهة والخضر المعاملة. ٣- لايحتاج إلى متطلبات ميكانيكية عالية.

المخللات المبسترة

الخضروات الطازجة أو المتخمرة جزئياً يمكن حفظها بإضافة خل أو حمض خليك ثم البسترة

والخل وحده ليس كافياً لضمان أمان المنتج وبذا فهو يحتاج إلى إستخدام الحرارة أو التبريد. والخطوات هي:

١- قطع إلى شرائح أو مكعبات.
٢- ضعها في وعاء نظيف.
٣- اخلط الماء والملح والخل والسكر والتوابل واغلها.
٤- أضف مأجاً ساخناً للوعاء.
٥- أقفل وبستر.

ويمكن البسترة بإحدى طريقتين: ١- التسخين بحيث يصل مركز الوعاء إلى ٧٥°م والإحتفاظ به على هذه الدرجة لمدة ١٥ق ثم يبرد مباشرة إلى ٣٥°م أو تحتها. ٢- التسخين إلى ٧٠°م ثم التبريد مباشرة بعد ١٠ق.

والبسترة تقتل الكائنات الدقيقة المسببة للفساد وتمنع التخمر من الحدوث فتقتل كل من البكتريا المنتجة للحمض والخميرة التى تعطى غازاً كما أنها تثبط عديد الجالاكتوريناز galacturinase والذى يطرى الأغذية وكثيراً مايضاف كلوريد الكالسيوم ليعمل على تماسك المخلل.

المخللات المبردة refrigerated pickles

وهذه تنتج بالتحميض المباشر مع إضافة بنزوات الصوديوم أو أى عطان آخر والذى يعمل على حفظ الأغذية وهى مشابهة لطريقة البسترة إلا أنه بدلاً من البسترة فإن الأوعية المقفلة يتم تبريدها ويحتفظ بهذا التبريد مدة الإنتاج والإستهلاك.

❖ **المخللات المتخمرة fermented pickles**

هناك ثلاث طرق لإنتاج هذه المخللات ١- مخزن الملح salt stock. ٢- طريقة الشبت الأصلية. ٣- طريقة الشبت طول الليل.

• **مخزن الملح:** وهذه تتضمن التخمر فى ٥ - ٨ ٪ كلوريد صوديوم إلى أن تتحول جميع السكريات المختمرة إلى أحماض أو منتجات نهائية أخرى ثم ينقل الناتج (الخيار) إلى تنكات مفتوحة تحتوى ١٠ - ١٦٪ ملح للمحافظة على ثبات الناتج إلى سنة وهى تسير كما يلى: احصد ← انقل ← درج ← معاملة قبل التمليح ← توضع فى تنك ← أضف الملح ← خلل ← خزن ← معاملة أخرى.

ويتم إزالة الملح بالنض فى الماء (نسبة الملح المتبقية تبلغ ٢ - ٢,٢٥٪ ملح وهذه الطريقة تمثل أعلا نسبة للمخلل).

ومعظم المنتجين يحمضون ويطهرون التنكات بعد إضافة المأج والتحميض يثبط نمو بكتريا جرام الموجبة والسالبة وبذا تزيد من نمو بكتيريا حمض اللاكتيك والتطهير يمنع الإنتفاخ bloating والذى ينتج عن إنتاج ك أ٢ بواسطة الكائنات الحية المخمرة والمخلل (الخيار) نفسه.

• **طريقة الشبت الأصلية genuine dill:** يتم تخمر المخللات فى ٤ - ٥٪ كلوريد صوديوم وإليه يضاف الشبت والثوم والتوابل الأخرى وتأخذ ٣ - ٦ أسابيع للتخمر ليكتمل حيث يصل حمض اللاكتيك إلى ١,٠ - ١,٥٪ وينزل تركيز الملح إلى ٣ - ٣,٥٪. وهذا النوع من المخلل لايتطلب أى إزالة للملح

ولكن يباع كما هو مع سائل التخليل بعد ترشيحه. وهذه يجب إستهلاكها فى خلال ١٢ شهر لأنها معرضة لنمو زبد scum الخميرة.

• طريقة الشبت طول الليل overnight dill:
وهذه يتم تخمرها فى ٢-٤٪ كلوريد الصوديوم مع الشبت والثوم حتى تصل إلى الحموضة المطلوبة (٠,٧٥-١,٠٪) كحمض لاكتيك وتأخذ حوالى أسبوع. ويجب تبريد الناتج بعد ذلك ولايحتفظ به أكثر من ٦ أشهر نظراً لتعرضه للفساد.

طبيعة عملية الحفظ

nature of preservative action

مكونات الحمض والملح يعملان على حفظ الناتج فالحمض سواء كان مضافاً أو ناتجاً من فعل الكائنات الحية الدقيقة على السكريات يخفض من رقم جيد ويثبط الكائنات الحية المسببة للفساد. وفقط الحمض غير المتأين هو النشط فى تثبيط الكائنات الدقيقة ولذا يجب أن تبقى حموضة المخلل تحت رقم جيد ٣,٥ حيث يكون معظم الحمض الموجود فى حالة عدم تأين. إما الملح فهو يعمل على تثبيط نمو البكتريا غير المرغوبة ويعمل على تثبيط الطراوة بالإنزيمات. وفى المخللات المخمرة الكائنات الدقيقة تخمر السكريات إلى حمض لاكتيك وتنتج إنزيمات تغير من تركيب المخلل. وغياب الكربوايدرات المتخمرة عائق لأى تخمرات غير مرغوبة والتى يمكن أن تبتدىء بالخميرة عند أرقام جيد أقل من ٣,٨. والسكريات المتبقية يمكنها أن تسبب إنتاج غاز وتعكير الماج فى الناتج النهائى إذا إستمر نمو الخميرة والبكتريا.

وبكتريا حمض اللاكتيك هى الكائنات الحية الأولى فى حفظ منتجات التخليل المتخمرة ولو أن هذه الكائنات الدقيقة تمثل النسبة الصغرى من كل فلورا الكائنات الدقيقة الموجودة على سطح النبات فإنها تسود تحت الظروف الحمضية. وفى الخيار تنمو *Leuconostoc mesenteroides* على رقم جيد حتى ينخفض ثم تبتدىء *Pediococcus pentosaceus* فى أن تسود ويتبعها *Lactobacillus brevis* وأخيراً *L. plantarum* والذى يؤثر على التخمر هو الحموضة وتركيز الملح ودرجة الحرارة والطهارة sanitary conditions. وتتراوح الخضروات مابين جيد ٦,٥-٤,٦ بينما تكون الفاكهة مابين ٤,٥-٣,٠. وفى الفواكه وعصائرها فإن الخمائر والفطر تسود فى معظم البيئات الحمضية. والملح يمنع نمو الكائنات الدقيقة غير المرغوبة وبالجانب فهى تسحب الماء والمغذيات من أنسجة النبات وتسمح لها لتصبح مواد تفاعل لبكتريا حمض اللاكتيك. ودرجات الحرارة المنخفضة تثبط نمو بكتيريا حمض اللاكتيك وبذا تبطىء من التخمر. وعند درجة حرارة ٧,٥°م تنمو *L. mesenteroides* ولكن نمو كل من *Lactobacillus* و *Pediococcus* يكون بطيئاً جداً. وفى درجات حرارة من ١٨-٢٣°م تنشط وتنمو *L. plantarum* و *Lac. brevis* بينما عند ٣٢°م فإن *Lac. plantarum* و *Pediococcus pentosaceus*

تسودان. والبسترة عادة هى الخطوة النهائية فى إنتاج المخلل.

عيوب التخليل

تظهر هذه العيوب من جدول (١).

جدول (١): عيوب التخليل.

المشاكل	الأسباب
طرى، مخللات مرغية وزلقة (ارم المخلل لأن الفساد ابتدأ)	ماء صعب، مستوى الحمض منخفض. مطبوخ لمدة طويلة أو على درجة حرارة مرتفعة، حمام مائى قصير فلم تهلك البكتريا، البرطمانات غير محكمة ضد الهواء أو أنها فى مكان دافىء.
مخللات منكمشة وجشبة	المخللات طبخت أزيد من اللازم. الشراب ثقيل جدا، المأج قوى أو الخل، المخللات لم تكن طازجة أساسا، الفاكهة طبخت بشدة فى مخلوط الخل /السكر.
غامقة والمخللات متغيرة اللون	إستخدام أجهزة من حديد أو نحاس أو نحاس أصفر brass أو خارصين، ماء صعب استخدم، الغطاء المعدنى تآكل. إستخدام كميات كبيرة من مساحيق التوابل الجافة وإستخدام ملح ميود.

القيمة الغذائية

تظهر القيمة الغذائية للمخللات فى الجدول (٢).

ومخزون الملح يستخدم لتحضير مخلل الخيار الحمضى والذى له حموضة ليست أقل من ٢,٥٪ والمخلل الحلو يحضر بطريقة مماثلة فيما عدا أن محلول الخل المتبل والحلو يضاف إلى مخزون الملح.

والسوركراوت sauerkraut ينتج خلال تخمر يضبطه الملح فالكرنب يجب أن يختار بحيث يحتوى على ٣,٥٪ سكر لضمان مصدر كربوايدرات للبكتريا ويخلط الكرنب المقطع مع الملح (٢.٢٥٪ بالوزن) والناتج النهائى يحتوى فى المتوسط على ١.٥ - ٢.٠٪ حمض لاكتيك

(Macrae)

جدول (٢): القيمة الغذائية للمخللات - تحليل ١٠٠ جم من الجزء المأكلة.

		مخلل شبت مخمر	مخللات حلوة	مخللات حمضية	خيار مخلل طازج
ماء	/	٩٣.٠	٦٠.٧	٩٤.٨	٧٨.٧
الطاقة	جول	٤٦.٢	٦١٣.٢	٤٢.٠	٣٠٦.٦
بروتين	جم	٠.٧	٠.٧	٠.٥	٠.٩
دهن	جم	٠.٢	٠.٤	٠.٢	٠.٢
كربوايدرات	جم	٢.٢	٣٦.٥	٢.٠	١٧.٩
رماد	جم	٣.٦	١.٧	٢.٥	٢.٣
كالسيوم	مجم	٢٦.٠	١٢.٠	١٧.٠	٣٢.٠
حديد	مجم	١.٠	١.٢	٣.٢	١.٨
فيتامين أ	وحدةدولية	١٠٠	٩٠	١٠٠	١٤٠
ثيامين	مجم	آثار	آثار	آثار	آثار
ريبوفلافين	مجم	٠.٠٢	٠.٠٢	٠.٠٢	٠.٠٣
فيتامين ج	مجم	٦.٠	٦.٠	٧.٠	٩.٠
فوسفور	مجم	٢١.٠	١٦.٠	١٥.٠	٢٧.٠
بوتاسيوم	مجم	٢٠٠.٠	-	-	-
صوديوم	مجم	١٤٢٨.٠	-	١٣٥٣.٠	٦٧٣.٠

أم الخلول

الإسم العلمى *Donax trunculus*

الفصيلة/العائلة: Donacidae

طولها حوالى ٣ سم وتوجد فى كتل كبيرة فى الطمى alluvial وهى تملأ قنوات الرى والمستنقعات وهى ذات صمامين لونها أرجوانية بنية ومخططة وتوجد فى منطقة البحر الأبيض المتوسط ولكن أيضا من شمال أوروبا إلى غرب أفريقيا والحرف البطنى مسنن.

وبالرغم من كونها توجد فى الطين فهى تؤكل طازجة مثل المحارات.

وفى فلوريدا الكوكينـــا Coquina *Donax variabilis* وطولها حوالى ١ سم تكثر فى بعض الشواطىء وتستخدم فى عمل مرق البطلينوس clam.

خَلا

خلية cell

الخلية هى الوحدة الوظيفية الأساسية فى كل الكائنات الحية. فالخلايا الحية مسئولة عن جميع النشاطات مثل التنفس والحركة وهضم الأغذية والتفكير أى كل وظائف الحياه. وهذه الوظائف تحتاج إلى طاقة وداخل هذه الخلايا يستخدم هذا الوقود لإنتاج الطاقة اللازمة لهذا النشاط.

◈ تركيب وتنظيم خلايا الإنسان والحيوان structure & organization of human & animal cells

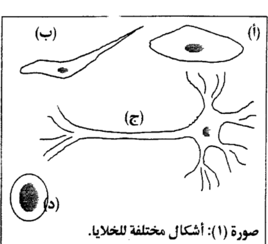
• التركيب structure

هناك ثلاثة أقسام للخلايا تقريباً: ١- غشاء (بلازما) الخلية. ٢- سيتوبلازم. ٣- النواه (خلايا الدم الحمراء ليس لها نواه) وهذا التركيب الأساسى واضح فى جميع الخلايا بالرغم من أنه قد يختلف بدرجة كبيرة فى الحجم والشكل. فغشاء الخلية/البلازما يغلق على محتويات الخلية ويؤدى كثير من الوظائف والسيتوبلازم يقع مابين النواة وغشاء الخلية ويتكون من مكون ذائب: السيتوزول cytosol ينغمس فيه عدة مكونات مجهرية تسمى أجسام خلوية organelles وفيه يحدث هدم الجلوكوز glycolysis.

والأجسام الخلوية organelles هى مجموعة مختلفة التركيب تؤدى عدة وظائف مختلفة داخل الخلية. أما نواة الخلية فهى محدودة بغشاء وتحتوى المادة الوراثية فى الخلية. فهنا توجد المورثات على هيئة حمض دى أكسى ريبونيوكلييك (د.أ.ر.ن) deoxyribonucleic (DNA) متجمعة فى تركيبات تسمى كروموزومات chromosomes.

• التنظيم organization

فى الجسم تؤدى الخلايا وظائفها مع خلايا أخرى من نفس النوع وترتبط مع بعضها بدرجات مختلفة من التماسك وتوجدكميات مختلفة من المواد خارج الخلايا بينها. ومجموعات الخلايا التى من نفس النوع تسمى أنسجة tissues وهناك أربعة أنواع من الخلايا (الصورة ١).



صورة (١): أشكال مختلفة للخلايا.
النواة مظللة. غشاء الخلية/البلازما هو الجزء الخارجى. السيتوبلازم هو الجزء الواضح مابين غشاء الخلية والنواة.
(أ) خلية طلائية. (ب) خلية عضلة ناعمة.
(ج) خلية عصبية neuron. (د) كريات لمفية lymphocytes.

١- أنسجة طلائية epithelial tissues: وفيها ترتبط الخلايا بشدة فيما بينها وهناك قليل جداً من المواد غير الخلوية بينها وهذه الأنسجة تكون غدداً وتبطن فجوات الجسم وسطوحه.

٢- أنسجة ضامة connective tissues: وفيها لاترتبط الخلايا بإحكام إلى بعضها. وهناك كثير من المواد مابين الخلايا extracellular material في هذا النسيج والخلايا قد توجد في مكانها ممسوكة بجسوء/بصلابة بالمواد خارج الخلية كما في العظام أو أنها قد تكون حرة الحركة كما في الدم.

٣- النسيج العضلي muscle tissue: وفيه الخلايا قد تكون مرتبطة إلى بعضها كما في عضلات القلب cardiac muscle والعضل الناعم smooth muscle أو منفصلة عن بعضها ولكن ترتبط في حزم bundles بواسطة نسيج ضام connective tissue كما في العضل الهيكلي skeletal muscle.

٤- النسيج العصبي nerve tissue: وهو مكون من خلايا عصبية (neurons (nerve cells وهي توصل الدفعات الكهربية electrical impulses من خلية عصبية لأخرى. وهذه الخلايا ليست مزدوجة فيزيقياً physically coupled ولكن تمسك "في المكان" بواسطة خلايا نسيج ضام متخصص.

وأعضاء الجسم تتكون من عدة أنواع من الأنسجة فالقلب يتكون أساساً من نسيج عضلي ولكنه يضم أيضاً نسيج ضام ونسيج طلائي ونسيج عصبي.

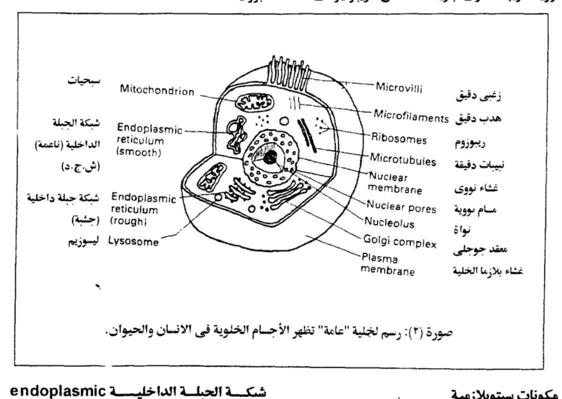
مكونات الخلية cellular components

هناك عديد من النشاطات الكيماوية تحدث في نفس الوقت في الخلية: فالخلايا اليوكاريوتية (الخلايا التي لها أقسام محاطة بغشاء/كائن مسوى النواة) يمكنها أن تقلل تداخل تفاعل كيماوي على آخر عن طريق تحديد تفاعلات كيماوية معينة إلى مكونات تحدها أغشية في الخلية. وهذا يساعد أيضاً في تخصيص الخلايا. أما الخلايا البروكاريوتية (الخلايا التي ليس لها أقسام محاطة بغشاء) مثل البكتريا فهي محرومة في هذا المجال. وهذه المكونات التي تحدها الأغشية وغيرها من التركيبات المتخصصة داخل الخلية تعرف بإسم أجسام خلوية organelles. وبعضها مثل النواة يمكن رؤيتها تحت المجهر الضوئي light microscope ولكن لزم إستخدام المجهر الاليكتروني electron microscope لرؤيتها بوضوح وليست كل الأجسام الخلوية توجد في كل خلية وتختلف نسبة كل جسم خلوي من خلية إلى أخرى تبعاً لنشاط الخلية. والصورة (٢) رسم لخلية عامة مع أجسام خلوية مختلفة.

مكونات نووية nuclear components

تحتوي النواة على الكروموزومات وعددها في الإنسان ٤٦ كروموزوما (٢٣ زوجاً) ويختلف العدد في الحيوانات الأخرى وهي طويلة ورفيعة وتتكون

من د.ا.ر.ن وتحتوى أيضاً على بروتينات الهستونات histones وهى لاترى بسهولة تحت المجهر الضوئى حتى قبل إنقسام الخلية وفى هذه الحالة تقصر وتلتف فى ملف coil مما يجعلها مرئية بعد الصبغ المناسب. والنواة تحتوى أيضاً تركيبات أخرى تسمى نويات nucleoli وهذه تركيبات كروية تقريباً تحتوى جزيئات حمض الريبونيوكليك ribonucleic acid (RNA ح.ر.ن) و د.ا.ر.ن وبروتينات. والنوية مسئولة عن إنتاج رى.ح.ر.ن (ح.ر.ن الريبوزومى ribosomal RNA) والنوية محاطة بغشاء مثقب (به مسام نووية) بحيث تصلح لمرور مركبات كبيرة مثل ح.ر.ن وهذا هام لأن خروج الـ ح.ر.ن ضرورى فى السيتوبلازم لعمل البروتينات.



صورة (٢): رسم لخلية "عامة" تظهر الأجسام الخلوية فى الانسان والحيوان.

مكونات سيتوبلازمية cytoplasmic components

هناك أجسام خلوية كثيرة أو تركيبات داخل السيتوبلازم وهى كمايلى:

ريبوزومات ribosomes: هى حبيبات صغيرة حوالى ٢٥ نانومتر فى القطر تتكون من رى.ح.ر.ن وبروتين . والريبوزومات تتكون من تحت وحدتين أحدها ضعف twice حجم الآخر وهى تلعب دوراً هاماً فى تخليق البروتينات.

شبكة الجبلة الداخلية endoplasmic recticulum: وهذا عبارة عن سلسلة قنوات من أغشية مزدوجة موزعة خلال السيتوبلازم. والريبوزمات قد تكون متصلة بالأغشية وعند ذلك تسمى شبكة جبلة جشبه وبدون هذا الإتصال تسمى شبكة جبلة ناعمة. وهذا الجسم الخلوى يخدم عدة وظائف هامة فى الخلية ومنها تخليق وتخزين الجزيئات مما يكون نظاماً من قنوات لتوزيع ونقل المواد خلال الخلية وأيضاً إطلاق أيونات الكالسيوم

فى السيتوزول مما يبتدىء إنقباض خلايا العضل، وكذلك يخدم كدعامة تركيبية للخلية.

معقد جوجلى gogli complex: ويتكون من أكياس ذات أغشية مفلطحة مرصوصة فوق بعضها البعض مع وجود مساحات محدودة قرب نهايتها. وأهم وظيفة له فى فرز وتعبئة مختلفة الجزيئات خاصة البروتينات لتوزيعها على مختلف أجزاء الخلية. وهو يوجد بكثرة فى الخلايا التى لها وظائف إفرازية secretory activities.

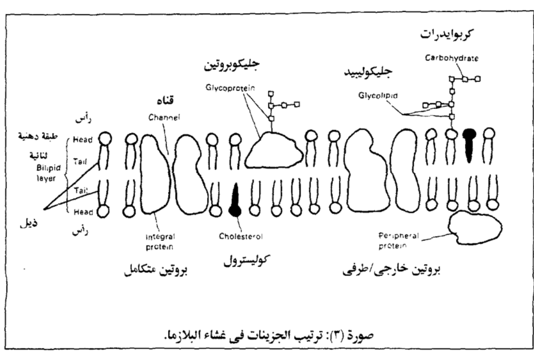
السبحيات mitochondria: هى أجسام خلوية عبارة عن غشاءين ويمكن أن يكون لها أشكال مختلفة والغشاء الداخلى يكون طيات folds أو صفائح plates تعرف بإسم العُرْف cristae وهذا الترتيب يسمح بمساحة كبيرة للتفاعلات الكيماوية لتحدث وفى الواقع فإن إنزيمات من التى تعمل فى إطلاق الطاقة توجد فى هذا العرف. وهى تعرف بالتنفس الخلوى وتشتمل على تفاعلات دورة حمض الكربوكسيل الثلاثية tricarboxylic acid cycle وسلسلة نقل الاليكترونات والخلايا التى لها مصروف كافى كبير مثل العضل والكبد. ونبيبات الكلوة بها عدد كبير من السبحيات وقد اقترح أن السبحيات نشأت عن البكتريا التى إندمجت فى الخلية والسبحيات لها ح.ر.ن الخاص بها ويمكنها أن تتوالد.

ليسوزومات lysosomes: هذه كريات محاطة بغشاء تحتوى إنزيمات هاضمة قوية وهى تتكون من حويصلات تخرج من معقد جوجلى gogli complex وهذه الإنزيمات يمكنها هضم البكتريا والمواد الصلبة الأخرى التى قد تدخل الخلية والكرياضات/الكريضات البيضاء leukocytes وبالتحديد العدلات neutrophils والكريات الوحيدة monocytes والتى تبتلع البكتريا والمركبات الأخرى الغريبة - فيما يعرف بالبلعمة phogocytosis - بها عدد كبير من الليسوزومات.

هيكل الخلية / سيتوسكيليتون the cytoskeleton: هذا يساعد على الإحتفاظ بشكل الخلية ويحمى عدداً من الأجسام الخلوية داخل الخلية من شعيرات ونبيبات كسقالات تسمى سيتوسكيليتون/هيكل الخلية cytoskeleton. وهذه الشعيرات والنبيبات تتكون من بروتينات تشبه تلك الموجودة فى جهاز إنقباض العضل وشكلها قضيبى وتختلف فى الطول والثخانة فبعض النبيبات الصغيرة تبلغ فى المتوسط ٢٤ نانومتر فى القطر وتعمل كقنوات لنقل المواد داخل الخلية. أما الشعيرات الصغيرة فهى حوالى ٦ نانومتر فى القطر وقد تلعب دوراً فى حركة الخلايا مثل حركة البلعم phagocytes. وقد وصفت شعيرات متوسطة لها قطر يتراوح مابين ٨ - ١٢ نانومتر داخل الخلية.

غشاء البلازما/الخلية the plasma membrane: إن غشاء الخلية/البلازما يتكون أساساً من جزيئات دهنية مرتبة فى طبقتين ومناطق الذيل غير المحبة للدهن hydrophobic تشير إلى الداخل والرؤوس المحبة للدهن hydrophilic تشير إلى الخارج

وتقوم البروتينات والكربوايدرات فى هذا الغشاء ويعمل غشاء البلازما على تسهيل الإتصال بالخلايا الأخرى فهو يعمل على دخول وخروج المواد إلى داخل وخارج الخلية. والبلازما هى الموقع الذى يحدث فيه تفاعلات بيوكيماوية هامة (صورة ٣).



صورة (٣): ترتيب الجزيئات فى غشاء البلازما.

وتكوين السائل داخل الخلايا intracellular fluid يختلف عن تكوين السائل خارج الخلايا extracellular وهذا يعود بدرجة كبيرة إلى خواص غشاء البلازما ومن أهم الإختلافات أن السائل داخل الخلايا به تركيز مرتفع من أيونات البوتاسيوم وتركيز منخفض من أيونات الصوديوم وتركيز عال من البروتينات بالنسبة لتركيزاتها فى السائل خارج الخلايا.

وغشاء البلازما نفاذ بإختيار فهو يسمح بمرور بعض المواد دون البعض الآخر وفوق ذلك فإن بعض المواد يسمح لها بالمرور أكثر من غيرها.

وهى لها قنوات تساعد على مرور بعض المواد وتحتوى "مضخات pumps" يمكنها أن تنقل بعض المواد من ناحية إلى أخرى ضد تدرجها التركيزى وهذا يساعد على وجود إختلاف كيماوى وأيضاً كهربى ويمكن قياس الجهد الكهربى - فى عشرات من الميللى فولت millivolts - خلال الغشاء الخلوى فداخل الخلية سالب كهربياً بالنسبة لخارج الخلية وهذا مايسمى جهد الغشاء وهو مهم عندما تذكر وظائف الخلايا العصبية وخلايا العضل وكلاهما يمكنه توصيل الدفعات الكهربية electrical impulses.

وفى بعض الخلايا يحدث أن تخرج منها طيات وتسمى زغبى دقيق microvilli وهى تزيد من مساحة الخلية وتعطى مساحة أكبر لإمتصاص المواد خلال الغشاء الخلوى وهذا التخصص يرى فى

الخلايا المبطنة للأمعاء الصغيرة ونبيبات tubules الكلى. وبعض الخلايا بها أهداب cilia والأهداب تتحرك في وحدة مما يعطي حركة كنس sweeping تحرك المواد من على سطح الخلية. وهذه الخلايا التي لها أهداب تبطن الممرات التنفسية والمخاط الناتج هنا يصطاد التراب والمواد الغريبة ويتم جرفه إلى أعلا حتى الزور.

إحتياجات الخلية requirements of cells

تحتاج خلايا الإنسان وكثير من الحيوانات إلى أحوال بيئية مثل درجة الحرارة و جـ ـ والقوة الأيونية ثابتة في المحاليل التي تحيط بالخلايا وهذا يسمى الإتزان البدني/الإستقرار المتجانس homeostasis وبه يرتبط كثير من تفاعلات الجسم فالخلايا تحتاج لمغذيات فهي تستخدم الأحماض الأمينية في بناء البروتينات وتحتاج إلى طاقة وأكسجين لحرق الطاقة وإطلاقها والطاقة قد تكون محدودة الشكل فالخلايا العصبية تحتاج إلى جلوكوز وحده تقريباً وإذا لم يصل الجلوكوز إلى هذه الخلايا فإن المخ يقف عمله. ويمكن للخلايا إستخدام الأحماض الدهنية وأحياناً البروتينات في حالة غياب الأكسجين أو قلته.

أهمية الخلايا المتخصصة
importance of specialized cells

كل الخلايا تحتاج وتستطيع القيام بوظائف أساسية مثل تخليق البروتين وأيض الطاقة، ولكن هناك خلايا تخصصت في وظائف معينة فكل الخلايا الجسدية osmotic cells (خلايا الجسم بعكس المشيج أو خلايا الجنس) تحتوى على معلومات كاملة عن الناحية الوراثية. ولكن في بعض الحالات فإن الخلايا تصبح مكرسة لعملها المتخصص في الجسم حتى أنها تفقد مقدرتها على الإنقسام وإنتاج مايماثلها وهذا مايحدث مع الخلايا العصبية وعملها تحدده المنشطات البيئية وتأويلها والإستجابة لها بطريقة مناسبة وهذا يحدث بنقل إشارات كهربية مما يحدد نشاط العضلات والغدد وعندما تصاب الخلايا العصبية فإنها تموت ولايحل محلها خلايا أخرى. وخلايا العضلات أيضاً ليس لها المقدرة على الإنقسام وهذه الخلايا تكرس طاقاتها لبناء طرق إنقباض عندما تنشط يمكنها تحريك الأعضاء والأطراف ...الخ.

أما خلايا الدهن adipocytes فهي متخصصة في تخزين كميات كبيرة من الدهن حتى أن النواة تصبح محبوسة في جزء صغير من الخلية وملتصقة بغشاء الخلية ويعتقد أن خلايا الدهن البالغة لاتنقسم. وكرات الدم الحمراء ملأى بالبروتين والهيموجلوبين الذى ينقل غازات الدم خاصة الأكسجين وهي تعزز مقدرة حمل الأكسجين إلى حوالي ٦٠مثل. وكريات الدم الحمراء في الإنسان خالية من النواة فهي تفقد النواة أثناء النضج ولها عمر حياة يبلغ ١٢٠ يوماً فهي تنتج في الإنسان بمعدل ٢ × ١٠^١١ /ق. وخلايا الكبد hepatocytes خلايا متخصصة وهي تحتوى كميات كبيرة من الأنزيمات تعمل في الأيض وإزالة سمية جزيئات كثيرة في الجسم.

(Macrae)

بروتين الخلية الواحدة
single-cell-protein

البكتريا والخميرة bacteria & yeasts

البكتريا والخميرة إستهلكها الإنسان منذ قديم الزمان فى الأغذية المتخمرة. ولكن بروتين الخلية الواحدة (ب.خ.أ SCP) يستعمل للنمو الكتلى للكائنات الدقيقة ويستخدمها الإنسان أو الحيوان. و ب.خ.أ هو مصطلح عام للبروتين الخام أو المكور والناتج من بكتيريا أو خميرة أو فطر أو طحلب.

الكائنات الدقيقة ومواد التفاعل

خلفية تاريخية

فى خلال الحرب العالمية الأولى كانت *Saccharomyces cerevisiae* تنتج لتحل محل ٦٠٪ من البروتين المستورد فى ألمانيا حيث ربيت على الدبس وتكرر نفس الشيء فى إنتاج *Candida utilis* على سائل الكبريتيت. ففى صناعة الورق أثناء الحرب العالمية الثانية وبعد الحرب بنيت عدة مصانع فى الولايات المتحدة وأوروبا لإنتاج *C. utilis* ثم أمكن إستخدام البترول فى الخمسينات والستينات ثم الميثانول والإيثانول. ولكن لضمان سلامة الناتج حدث إتجاه من جديد للدبس والشرش ومتبقيات النشا والسليولوز والهيميسليولوز ومع البكتريا إستخدم:

الميثان مع *Methylococcus capsulatus*

والميثانول مع *Methylophilus methotrophus*, *Methylomonas* sp., *Acinetobacter calcacetieus*

والسيليلور مع *Alcaligenes* sp, *Cellulomonas* sp

ومع الشرش *Candida krusei*, *Lactobacillus bulgaricus*

ومع الخميرة أستخدم:

إيثانول مع *Candida utilis* . *Candida* sp

والايدروكربونات *Candida tropicalis*, *Yarrowia lipolytica*

وسائل الكبريتيت sulphite liquor *Candida utilis*

والميثانول *P. pastoris* , *Pichia* sp.

ومع الدبس molasses *Candida utilis*

والسكروز السائل *Hansinula jadinii*

والشرش *Candida intermedia* , *C. utilis*, *Kluyveromyces maxianus*

وفياض الحلويات confectionery effluent *Candida utilis*

والنشا *Saccharomycopsis fibuligera*, *C. utilis* , *Saccharomyces cerevisiae*

سلالات الكائنات الدقيقة microbial strains

معظم الخميرة المستخدمة هى *Saccharomyces cerevisiae* (والأشكال التى لها نفس الأسماء مثل: *S. carlobergensis*، *S. warum* وغير ذلك)، *Kluyveromyces marxianus* (وتشمل نفس الأسماء synonymous وتحت أنواع وأشكال غير جنسية asexual مثل *K. fragilis*، *K. lactis*، *K. bulgaricus*، *C. kefyr* و *C. pseudotropicalis*)، *C. utilis* (وشكلها الجنسى *Hansenula jadinii*) و *Yarrowia lipolytica*

(وكانت تعرف بـ C. lipolytica ، Saccharomycopsis lipolytica).

فكل هذه الخمائر استخدمت فى صناعة أغذية الإنسان ومنها S. cerevisiae ، K. marxianus ، C. utilis قسمت على أنها تعتبر مأمونة GRAS بواسطة هيئة الأغذية والأدوية فى الولايات المتحدة.

تستخدم Kluyveromyces marxianus والأنواع المتصلة بها لمقدرتها على تمثيل اللاكتوز الموجود فى الشرش وإن كانت تستطيع النمو فى الانيولين inulin وهو مبلمر فركتوز. و Candida utilis تستخدم مع عدد من مواد التفاعل مثل السكروز والإيثانول وسائل الكبريتيت المستنفذ كما يمكنها النمو على محملآت الخشب لقدرتها على تمثيل البنتوزانات.

وجوامد النشا أو تيارات الماء من صناعات البطاطس والذرة تتطلب حلمأة مسبقة لنمو الخميرة مثل C. utilis أو لإستخدام الخميرة الأميلوليتية amylolytic yeast (S. fibuligera).

والخمائر الآتية تستطيع تمثيل الايدروكربونات: Y. lipolytica ، C. tropicalis ، C. rugosa ، C. guilliermondii وهذه يمكن إنتاجها على الليبيدات. والميثانول هو الكحول المفضل كمادة تفاعل بواسطة أنواع Pichia (P. pastoris ، P. methalonica .... ألخ) ، Hansenula polymorpha ، H. capsulata و C. boidinii.

أما البكتريا فقد أستخدمت لإنتاج علف الحيوان فهى تستخدم الميثان و/أو الميثانول كمواد تفاعل. والميثانول يفضل على الميثان لأنه ذائب فى الماء وأقل إنفجاراً. ولإنتاج بروتين وحيد الخلية بكتيرى من الشرش فإن بكتريا حمض اللاكتيك والبروبيونيك تم إجراء تجارب عليها فكثيراً ماكان ذلك مختلطاً مع مزارع من الخميرة.

وعموماً فقد فضلت الخميرة فى إنتاج ب.خ.أ على البكتريا ويظهر أن الخميرة معروفة لدى الإنسان خلال الخبز والبيرة وإن كانت البكتريا لها عدة مميزات على الخميرة كنسبة بروتين أعلا واتاء أعلا (مصدر الكربون إلى تحويل البروتين) ومعدل نمو أسرع وإن كان محتوى الأحماض النووية أعلا وهذا يحد من تناول البروتين فى الغذاء.

عمليات الإنتاج production processes

إن مصدر الكربون يمثل ٦٠٪ من تكاليف العملية ويتبع ذلك فان اتاءا عالياً لتحويل مواد التفاعل مطلوب ويفضل ذلك فى مزرعة مستمرة تعطى أعلا إنتاجية مع إستخدام مصدر كربون رخيص ولكن يسهل تمثيله ومن هنا كان إستخدام الدبس والشرش وبقايا المصنع ومحاولة إستخدام وقود البترول كمواد تفاعل.

ولتعظيم maximize تمثيل الكربون فإن المغذيات يجب أن تكون متوازنة فتضبط مصادر النتروجين والمعادن الصغرى (فسفور وبوتاسيوم وكبريت ومغنيسيوم.....إلخ) والمعادن الآثار (فيتامينات ومعادن) تضبط تبعاً للتكوين العام لمصدر الكربون. وهذا يعتمد على سلالة الكائن المستخدم وعموماً فإن مصادر نتروجين بسيط مثل اليوريا والأمونيا والنترات تستخدم لخفض المصروفات والفوسفات تضاف كحمض فوسفوريك أو أملاح فوسفات ذائبة.

ومتغيرات العملية مثل معدل التخفيف ودرجة الحرارة و جـ‌يد والقوة الأيونية ومعدل الأكسجنة تؤثر تأثيراً كبيراً على الإتاء الخلوى فتوفير الأكسجين يشجع الأيض الهوائى ومعدلات نمو عالية ولكن نظراً لإنخفاض ذوبان الأكسجين فى الوسط المائى فإن هذا يزيد تكاليف العملية. وفى إنتاج كتلة الخميرة فإن الكحول يتجمع كناتج ثانوى. ويمكن أن يستخدم *Kluyveromyces* مع *C. pintolopessii* وهذه الأخيرة تستخدم الكحول الناتج من الأولى.

ومن أجل المحافظة على معدلات نقل أكسجين عالية فإن أحجام هواء كبيرة يجب أن توفر مع معدلات تقليب عالية. أكبر مخمر استخدم هو حامل الهواء air-lift (٣٠٠٠ م٣) للإنتاج الهوائى *Methylophilus methylotrophus*. ويمكن إستخدام ١٦٠ جم/لتر خميرة بينما الطرق العادية تستخدم ٣٠جم/لتر. وهذه الأنظمة لها طرق ذات كفاءة لإزالة الحرارة ونقل الأكسجين. وتستعاد الكتلة الحيوية biomass للكائنات الدقيقة بالترشيح أو الطرد المركزى ومعلق الخلايا الناتج إما أن يجفف بالرذاذ أو تكسر الخلايا للحصول على مستخلصات أو محلمآت أو مهضومات ذاتية autolysates وأخيراً يمكن تركيزالبروتين أو عزله.

القيمة الغذائية

أهم مساهمة للبروتين وحيد الخلية سواء فى غذاء الإنسان أو علف الحيوان هى محتواه البروتينى العالى والبكتريا لها تركيز بروتينى يمتد من ٥٠٪ - ٨٣٪ والخمائر من ٤٥٪ - ٥٥٪. وقيمة البروتين مقبولة إذا قورنت بالبروتينات النباتية ولو أنه عادة محدود فى الأحماض الأمينية المحتوية على الكبريت وإذا أضيف الميثيونين فإن قيمة البروتين تزداد جداً وتصل إلى قيمة الكيزين تقريباً كما أنه مصدر هام للفيتامينات (الجدول ١).

النواحى السمية

الكائنات الموجودة من *Saccharomyces cerevisiae* لايشك فيها والإهتمام ينصب على إستخدام مشتقات البترول فالألكانات alkanes المتبقية يجب إزالتها بالمذيبات وقد تبقى بعض الايدروكربونات وقد ذكر أن كميات عالية من الأحماض الدهنية الفردية والبارافينات وجدت فى حيوانات غذيت ب.خ.أ من الكائنات وهذه الأحماض الدهنية خاصة ك١٧ غير المشبع يمكن أن يكون ساماً.

كما أن الأحماض النووية يجب ألا تزيد عن ٢جم/يوم وإلا تجمع حمض اليوريك وماينتج عنه من النقرس gout وحصى الكلوة. وتركيز الأحماض النووية يعتمد على طبيعة ونوع وسلالة الكائن الحى والبكتريا عادة لها تركيزات أعلا من الخميرة (الجدول ٢).

ومن أجل تقليل الأحماض النووية فيمكن إتخاذ طريقتين: ١- إنتاج الكتلة الحية على معدلات نمو بطيئة. ٢- عزل البروتين وبذا نمنع المركبات غير المرغوبة. والطريقة الثانية هى المستخدمة عادة لأنها تمنع جدر الخلايا أيضاً. وخلايا البكتيريا والخميرة صعبة الهضم وتؤدى إلى الإتاحة الحيوية القليلة للبروتينات وإنتاج غازات/إنتفاخ البطن flatulence وحساسية وإسهال.

جدول (١): المعالم الغذائية لبروتين الخلية الواحدة.

	Kluyceromyces marxianus	*Saccharomyces cerevisiae*	*Candida utilis*	*Methylophilus methylotrophus*	البيض الكامل	جريش الصويا
بروتين (جم/كجم وزن جاف) (ن × ٦,٢٥)	٤٨٠ – ٤٥٠	٤٨٠	٥٧٠ – ٤٢٠	٨٨٠ – ٧٢٠	١٢٣	٥٠٠–٤٤٠ ٤٨٠
بروتين حقيقي	٤٢٠ – ٤٠٠	٣٦٠	–	٦٤٠	–	
أحماض أمينية أساسية (جم/١٠٠ جم ن)						
أيزولوسين	٥,١ – ٤,٠	٥,٥ – ٤,٦	٥,٣ – ٤,٣	٥,٤ – ٥,٢	٥,٦	٥,٤
لوسين	٨,١ – ٧,٠	٨,١ – ٧,٠	٧,٠	٨,٤ – ٨,٢	٨,٣	٧,٧
فينيل ألانين	٥,١ – ٣,٤	٤,٥ – ٤,١	٤,٣ – ٣,٧	٦,٥ – ٤,٣	٥,١	٥,١
تيروسين	٤,٦ – ٢,٥	٤,٩	٣,٣	٣,٨ – ٣,٥	٤,٠	٢,٧
ثريونين	٥,٨ – ٤,١	٥,٢ – ٤,٨	٥,٥ – ٤,٧	٦,٥ – ٥,٧	٥,١	٤,٠
تربتوفان	١,٧ – ٠,٩	١,٢ – ١,٠	١,٢	١,٦ – ١,١	١,٨	١,٥
فالين	٥,٩ – ٥,٤	٦,٧ – ٥,٣	٦,٣ – ٥,٣	٦,٥ – ٦,٣	٧,٥	٥,٠
أرجنين	٧,٤ – ٤,٨	٥,٣ – ٥,٠	٧,٢ – ٥,٤	٥,٦ – ٤,٣	٦,١	٧,٧
هستيدين	٤,٠ – ١,٩	٤,٠ – ٣,١	٢,١ – ١,٩	٢,٣ – ٢,٢	٢,٤	٢,٤
ليسين	١١,١ – ٦,٩	٨,٤ – ٧,٧	٧,٢ – ٦,٧	٧,٣ – ٤,١	٦,٢	٦,٥
سستين	١,٩ – ١,٧	١,٦	٠,٧ – ٠,٦	٠,٨	١,٨	١,٤
ميثيونين	١,٦ – ١,٣	٢,٥ – ١,٦	١,٢ – ١,٠	٣,٠ – ١,٤	٣,٢	١,٤
ن ك ب PER	١,٨	٢,٠	١,٧	–	٢,٦	٢,٣–١,٤
ص خ ب NPU	٦٧	–	–	٨٤	٩٨	٦٤
فيتامينات (ميكروجرام/كجم)						
ثيامين	٢٦ – ٢٤	٢٥٠ – ١٠٤	٩,٥ – ٨	–	٠,٩	٩,٠
ريبوفلافين	٥١ – ٣٦	٨٠ – ٢٥	٤٥ – ٤٤	–	٤,٧	٣,٦
بيريدوكسين	١٤	٤٠ – ٢٣	٨٣ – ٧٩	–	١,٠١	٦,٨
حمض نيكوتينيك	٢٨٠ – ١٣٦	٦٢٧ – ٣٠٠	٥٥٠ – ٤٥٠	–	٠,٧	٢٤,٠
حمض فوليك	٦	٣٠ – ١٩	٢١ – ٤	–	٠,٣	–
حمض بانتوثينيك	٦٧	٨٦ – ٧٢	١٨٩ – ٩٤	–	١٨,٠	٢١,٠
بيوتين	٢	١	٠,٨ – ٠,٤	–	٠,٣	–

ن ك ب : نسبة كفاءة البروتين   ص خ ب : صافي استخدام البروتين

جدول (٢): الأحماض النووية فى ب.خ.أ وبعض المواد الغذائية (وزن جاف).

	محتوى الأحماض النووية	
	جم/كجم من الكتلة الحيوية	جم/كجم بروتين
Kluyveromyces fragilis		
- الخلية الكاملة	٥٧٠ – ٨٧٠	١١٠ – ٢٠٠
- معزول البروتين	١٤٠	١٠ – ٧٠
Saccharomyces cerevisiae	١٦٠	٣٣٠
Candida utilis	١٠٠	٢٤٠
الحبوب	١,٤ – ٤,٠	١١ – ٤٠
الكبد	–	٤٠

والأحماض النووية بالنسبة للحيوانات لاتشكل مشكلة لأن الحيوانات تحتوى إنزيم اليوريكاز uricase والذى يمنع تجمع حمض اليوريك ولكن المشكلة فى هضم جدر الخلايا فى الحيوانات أحادية المعدة.

الإستخدام فى غذاء الإنسان

بعد الإهتمام بالناحية السمية والغذائية يبقى التقبل الحسى العضوى والخواص الوظيفية. وقد استخدم ب.خ.أ فى منتجات الخبيز والبسكويتات والأكلات الخفيفة والشوربة وأكلات الأطفال وكبار السن وفى السجق وخلافه ولكن الأساس أن يقوم بالمنافسة فى الخواص الوظيفية مثل الذوبان ومقدرة ربط المياه وسعة الإستحلاب وتكوين الجل والخفقية وثبات الرغوة حتى يمكنها منافسة معزولات فول الصويا. ويمكن معاملة ب.خ.أ بالعزل والقوام والبثق وبالتحوير الإنزيمى أو الكيماوى بحيث تتحسن الخواص الوظيفية فيمكن عمل ألياف بروتينية بالعزل لتكوين ممتدات اللحوم. والتحوير الإنزيمى يشمل التحلل البروتيوليتى الجزئى لتحسين الذوبان ومقدرة الإستحلاب والخفقية أو الفعل المعاكس المعروف بإسم بلاستيين plastein (تكوين رابطة الببتيد) لتحسين القيمة الغذائية بإضافة الأحماض الأمينية المحددة. والتحوير الكيماوى يشمل الأستلة acetylation والتى تحسن الثبات الحرارى أو السكلنة succilynation أو الفسفرة لزيادة مقدرة الذوبان والإستحلاب وتكوين الغازات. وإن كانت هذه التحويرات تميل إلى تقليل القيمة الغذائية للبروتين.

والخلايا الكاملة المجففة تستخدم كحوامل للنكهة ورابطات أغذية كما أنها تعمل على تثبيت مستحلب زيت فى ماء.

وعموماً فهى تستخدم فى تعزيز نكهة منتجات اللحوم والشوربة والهام والصلصة وصلصة السلطة والمنكهات.

تخزين الخلايا وعزل البروتين

عدة طرق تستخدم فى تخزين الخلايا حيث تعرض الكتلة الحيوية لصدمة حرارية أو مركبات كيماوية مثل الثيولات thiols ذات الوزن الجزئى المنخفض والتحضين بعد ذلك يؤدى إلى تنشيط الإنزيمات الخلوية ممايؤدى إلى التحلل lysis الكامل للخلايا. كما تنشط الريبونيوكليازات الداخلية والتى تقلل الأحماض النووية والتحلل lysis يمكن أن ينشط أيضاً إنزيمات خارجية مثل

البروتيوزات والـ β جلوكانازات أو الليسوزومات وإن كـان لهـا عيـب التحلـل الـبروتينى الزائـد والـذى يخفـض الخـواص الوظيفيـة وإرتفـاع التكـاليف والمعاملة بالقلويات أو المذيبات العضوية أو الأملاح والتى تضعف جدر الخلايا تستخدم وإن كان ينتج عنها تفاعلات جانبية غير مرغوبة مما يتكـون منـها ليسينوالانين lysinoalanine ونكهـة غـير مرغوبـة ولذا تستخدم طرق فيزيقية. فمعدلات القص shear العـالى بواسـطة المجنسـات أو الطواحـين الغرويـة وبعد كسـر الخلايـا يستخلص الـبروتين بإسـتخدام المـاء أو القلويـات. وتـزال جـدر الخلايـا بـالطرد المركـزى ثـم يرسـب الـبروتين بحمـض أو ملـح أو الحرارة وتبقى الأحماض النووية ذائبة. وقـد تجـرى تحويـرات علـى الـبروتين المترسـب كالفسـفرة أو السـكلنة succilynation والتـى تسـهل فصـل البروتين مـن الأحمـاض النووية وتحسـن الخـواص الوظيفية. (Macrae)

الطحالب algae

اسـتخدمت الطحـالب لإنتـاج بروتـين الخليـة الواحـدة ب.خ.أ من ثـانى أكسيد الكربـون وطاقـة الضـوء (ذاتـى التغذيـة autotrophic growth) وبواسطة الكلورفيل فإن خلايا الطحالب تستطيع حلمأة الماء كمصدر لقوة الإختزال والتى تغـذى تثبيت ثانى أكسيد الكربون.

والإسم طحلـب alga يعطـى لكائنـات التمثيـل الضوئى سـواء كـانت مجهرية أو كبيرة وتعيش فـى الماء ولكن تنمـو بأنسـجة غـير مختلفـة أو تختلـف إختلافـاً بسـيطاً. ومـن الناحيـة التصنيفيـة taxinomically فإن المصطلـح يعطـى لأنـواع غير متصلة ببعضها بل أحياناً يعطـى خطأ مثل فـى حالة السـيانوبكتريا cyanobacteria أو *Euglena*. والسيانو بكتريا مجموعة تدخـل ضمـن البروكـاريوت (الخلايا التى ليس لهـا أقسام محاطة بأغشية/بدائى النـواة) فهى أقـرب للبكتريا مـن الطحلـب الحقيقى ولكنها تعرف بإسم الطحلب الأزرق والأخضر. وفـى إنتـاج ب.خ.أ SCP تعتـبر كذلـك *Euglena* هـو جنـس مـن الكائنـات الدقيقة ينتمـى إلى الـبروتوزوا Protozoa. فهو حالـة غريبة للحيـوان ذى الخليـة الواحدة unicellular وبه كلورفيل.

والطحلب الحقيقى ينتمى إلى المملكة النباتية وهو أبسـط النباتـات وهـو أحـادى الخليـة أو متعددهـا وبعضها يصل إلى أحجام كبيرة (الجدول ١).

وأكثر حشـائش البحر إستخداماً هـو الـ *Porphyra* خاصة *P. tenera* خاصة فى اليابان والفلبين وويلـز ونيوزيلندا وكذلك الـ *Ulva lactuca* (خس البحر) ويستخدم كسلطة فى أوروبا والـ *Enteromorpha* تؤكل فى هاواى والفلبين كسلطة أو كمعزز للنكهة لأطبـاق السـمك والـ *Caulerpa* تسـتعمل فـى التليين.

والطحلب كبير الحجم لاينطبق عليه ب.خ.أ لأنـه عديد الخلايا ولإنخفاض نسبة البروتين فـى النـاتج النهائى ٦ – ٣٠٪ على أساس الوزن الجاف.

وكـلا مـن الطحلـب وحيـد الخليـة والسـيانوبكتريا يسـتخدمان ويرجـع تاريخـه إلى الأزتـك Aztecs قبـل إكتشـاف العـالم الجديـد عندمـا كـانت *Spirulina maxima* تحضر من الطبيعـة لإستهلاك الإنسان وسلالة قريبة لازالت تستخدم فـى بحيرة

تشاد فى وسط أفريقيا والـ *Nostoc* تستخدم فـى منغوليـا والصـين وتـايلاند وبـيرو بينمـا فـى بورمـا *Oedogonium* و *Spirogyra* وكذلــك فـــى تـايلاند وفيتنـام والهنـد والكلوريـلا فـى اليابـان (وتايوان) وفى الصين *Scenedesmus*.

جدول (١): مجموعات طحالب استخدمت كغذاء.

الجنس	شكل النمو	التركيب الخلوى	المملكة	المجموعة
Spirulina	وحيد الخلية	Prokaryote بروكاريوت (بدائى النواة)	Prokariotae بروكاريوتى	Cyanobacteria (Cyanophyceae) سيانوبكتريا (سيانوفيسى)
Arthrospira	وحيد الخلية	Prokaryote بروكاريوت (بدائى النواة)	Prokariotae بروكاريوتى	Cyanobacteria (Cyanophyceae) سيانوبكتريا (سيانوفيسى)
Nostoc	وحيد الخلية	Prokaryote بروكاريوت (بدائى النواة)	Prokariotae بروكاريوتى	Cyanobacteria (Cyanophyceae) سيانوبكتريا (سيانوفيسى)
Anabaena	وحيد الخلية	Prokaryote بروكاريوت (بدائى النواة)	Prokariotae بروكاريوتى	Cyanobacteria (Cyanophyceae) سيانوبكتريا (سيانوفيسى)
Tolypothrix	وحيد الخلية	Prokaryote بروكاريوت (بدائى النواة)	Prokariotae بروكاريوتى	Cyanobacteria (Cyanophyceae) سيانوبكتريا (سيانوفيسى)
Chlorella	وحيد الخلية	Eukaryote يوكاريوت (سوى النواة)	Plantae بلانتى	Chlorophyceae كلوروفيسى
Scenedesmus	وحيد الخلية	Eukaryote يوكاريوت (سوى النواة)	Plantae بلانتى	Chlorophyceae كلوروفيسى
Oedogonium	وحيد الخلية	Eukaryote يوكاريوت (سوى النواة)	Plantae بلانتى	Chlorophyceae كلوروفيسى
Spirogyra	وحيد الخلية	Eukaryote يوكاريوت (سوى النواة)	Plantae بلانتى	Chlorophyceae كلوروفيسى
Coelastrum	متعدد الخلايا	Eukaryote يوكاريوت (سوى النواة)	Plantae بلانتى	Chlorophyceae كلوروفيسى
Ulva	متعدد الخلايا	Eukaryote يوكاريوت (سوى النواة)	Plantae بلانتى	Chlorophyceae كلوروفيسى
Enteromorpha	متعدد الخلايا	Eukaryote يوكاريوت (سوى النواة)	Plantae بلانتى	Chlorophyceae كلوروفيسى
Caulerpa	متعدد الخلايا	Eukaryote يوكاريوت (سوى النواة)	Plantae بلانتى	Chlorophyceae كلوروفيسى
Porphyra	متعدد الخلايا	Eukaryote يوكاريوت (سوى النواة)	Plantae بلانتى	Rhodophyceae رودوفيسى

الإنتاج

متطلبات مادة التفاعل

الطحلب ذاتى التغذية مع إستخدام ك أ$_2$ كمصدر للكربون وبعض الأنواع تنمو بإستخدام كربون عضوى (عضوى التغذية heterotrophic). وذوبان ك أ$_2$ منخفض فى المحاليل المائية وبعض المصادر الإضافية للكربون يمكن أن تشجع نمو الخلايا سواء كانت من غازات إحتراق أو مصادر رخيصة مثل السماد manure والدبس أو مهدرات صناعية فهذه تهدمها البكتريا منتجة ك أ$_2$ الذى يحتاجه الطحلب. وبحيرة تيكسوكو Texcoco فى المكسيك تحتوى تركيزات عالية من الكربونات والبيكربونات تستخدمها *Spirulina maxima* بكفاءة.

ومصادر النتروجين هى النترات والنتريت والأمونيا واليوريا. ومركبات النتروجين المتأكسدة تحتاج لطاقة لإختزالها لذا فإن الأمونيا هى مصدر جيد. ومن السيانوبكتريا مايستطيع تثبيت النتروجين الجوى وأنواع من جنس *Anabaena* نشطة فى تثبيت النتروجين. كذلك الفوسفور الذى يمكن أن يكون غير عضوى أما المغذيات الدقيقة الأخرى

فيحتاج إليها بكميات صغيرة. وإستخدام مياه ملوثة بهدر عضوى له ميزة مصدر رخيص للمادة الخام وفى نفس الوقت يقلل التلوث ويحصل على مصدر جيد لـ ب.خ.أ SCP. والمغذيات المحتاجة أمونيوم وفوسفات توجد عادة فى المجارى ومهدرات الحيوان وبقايا مياه الصناعات الغذائية.

أنظمة المزارع الكتلية

mass-culture systems

المزارع الخارجية قد تكون على المفتوح أو المقفول والنمو لايحدث أكثر من عمق ٠,٥م من سطح المياه ويحده نفاذ الضوء. ومن أمثلتها مايحدث فى المكسيك فى بحيرة تكسوكو Texcoco القلوية (جيد ٩ – ١١) مع مساحة ٩٠٠ هكتار تنتج حوالى ٤٠٠ طن من *Spirulina maxima* فى السنة.

والأنظمة المفتوحة بها كثافة خلايا منخفضة مع إختلافات كبيرة فى الإنتاج وتوالد مجموعات مختلطة ومشاكل تلوث كثيرة بالبكتريا والفطر fungi والبروتوزوا واللافقريات ولكن تكاليفها بسيطة وهناك مساحات كبيرة متاحة وتحت هذه الظروف قد تسود بعض أنواع الطحلب تبعاً لخصائص الماء والظروف البيئية مثل *S. maxima* تسود فى بحيرة تكسوكو يسبب علو القلوية فى المياه.

ويمكن إستخدام البحيرات والحفر وقنوات الرى وهى إما تترك كما هى أو يبطن القاع بالمسلح أو اللدائن. وقد يغطى السطح بعديد الإيثيلين أو أى مادة لدائن لتقليل خطر التلوث وأحد الطرق تجنب التلوث هى بذر كمية كبيرة من الملقح للسيادة على المزارع على الأقل فى طور النمو الأول.

ويحتاج الأمر إلى تقليب بسيط للحصول على إنتاج عال فهو يمثل الترسيب ويسمح بتعرض متجانس لخلايا الطحلب للضوء مع خفض فى المغذيات ودرجة الحرارة بعمق المزرعة. وقد تم إستخدام الساقية paddle wheele والإنسياب الطبيعى (الجاذبية الأرضية) gravity flow ومضخة إعادة الضخ pump recycle مرتبطة بتصميمات مائلة خاصة فى البرك البيئية والقنوات.

ولايزيد الإنتاج عن ٣٠جم/م²/يوم وكثافة الخلايا ٢جم/لتر ولكن بإضافة مصادر نتروجين وإضافة تهوية وتلقيح بكتريا مختارة تهدم بكفاءة المواد العضوية المخففة فإن الإنتاج زاد ٣ - ٤ مرات. ومع هذه الطرق فإن مزارع الطحالب يمكن أن تنتج ٢٠ – ٣٥ مرة قدر بروتين الصويا من نفس المساحة من الأرض.

وأكثر الأنظمة نجاحاً هو فى إسرائيل ويجمع مابين معاملة مياه المجارى مع انتاج الطحلب وهو يحتوى على قنوات ضحلة تبلغ ١٠٠٠م² ومجهزة بالتقليب الخفيف والتهوية. والعملية مستمرة مع وقت احتفاظ يختلف من ٢ – ٦ أيام تبعاً للموسم ويحتفظ بنظام يشتمل على بكتيريا تهدم المركبات العضوية وأنواع من الطحالب تشمل *Euglena* و *Chlorella* و *Scenedesmus*. وأقصى إنتاج كان عند سطوع الشمس (٣٠جم /م²) وللحصول على الخلايا يضاف كبريتات ألومنيوم كملبد ثم يزال الماء بالطرد المركزى ويجفف فى مجفف أسطوانى للحصول على ١٠٪ رطوبة نسبية وهو ذو

قيمة غذائية عالية فيحتوى ٥٧٤جم بروتين خام/كجم وبروفيل الأحماض الأمينية أحسن من فول الصويا. وقد أستخدم فى أن يحل محل ٢٥٪ من غذاء السمك و١٠٪ من غذاء الدواجن بدون تأثيرات سمية. أما الماء الخارج فيستخدم مباشرة فى رى المحاصيل.

المفاعلات الحيوية الضوئية

photobioreactors

يمكن من أنظمة المزارع النقية تلقيح نوع واحد والإحتفاظ به لمدة طويلة وهى تسمى التفاعلات الحيوية الضوئية وتعمل فى الخارج أو الداخل.

والتى تعمل فى الخارج تتكون من أنابيب مسطحة تشغل مساحات كبيرة معرضة للضوء ويمكن أن تكون فى دفعات أو مستمرة وأستخدمت فى إنتاج *Chlorella* و *Anthrospira* وال *Spirulina*.

أما المفاعلات الحيوية الضوئية التى تعمل فى الداخل فهى أصغر حجماً لأنها تحتاج إلى ضوء صناعى وهى إما من أنابيب من اللدائن أو من الصلب غير القابل للصدأ تشبه المخَمر مع إضاءة داخلية تسمح بوقوع أقصى مايمكن من الضوء. وهى محدودة عادة بـ ب.خ.أ SCP ولكن يمكن إستخدامها فى إنتاج أيضات مضافة القيمة العالية مثل عديد السكريات والكاروتينات...إلخ

الحصاد

إستعادة كتلة الطحلب الدقيق الحية بعد الإنتاج عملية غير سهلة خاصة فى البحيرات كبيرة المساحة أو إذا كان التركيز منخفضاً. وبعض الأنواع مثل Arthrospira plantensis (سابقاً *Spirulina* *plantensis*) و *S. maxima* و *Coelastrum probiscideum* يمكن كشطها من على السطح أو حصادها بالترشيح خلال قماش أو مصافى وكذلك يمكن إستخدام مكابس. ونظراً لصغر حجمها (١٠ ميكرومتر) فإن الأنواع الأخرى تحتاج لحصادها إلى طرد مركزى أو تلبد flocculation بإضافة ملبد مثل الجير والشبة أو عديد اليكتروليت.

وبعد الحصاد فإن الكتلة الحية للطحلب يجب أن يزال ماؤها بالطرد المركزى و/أو التجفيف ويتم التجفيف على أسطوانات أو تجفيف شمسى أو بالرذاذ.

القيمة الغذائية

القيمة الغذائية تشبه تلك الخاصة بـ ب.خ.أ SCP (الجدول ٢).

جدول (٢): التكوين المقارن للطحلب وفول الصويا.

	Spirulina maxima	*Scenedesmus obliquus*	فول الصويا (جم/كجم)
بروتين خام (ن × ٦,٢٥)	٦٠٠ – ٧١٠	٤٠٠ – ٥٠٠	٤٠٠
ليبيدات	٦٠ – ٧٠	١٢٠ – ١٤٠	٢٠٠
كربوايدرات	١٣٠ – ١٦٠	١٠٠ – ١٧٠	٣٥٠
معادن	٤٠ – ٩٠	٤٠ – ٩٠	٥٠

ومحتوى الأحماض الأمينية لـ *S. maxima* يبدو متوازناً فيما عدا مع مثل جميع الكتل الحيوية الأحماض الأمينية المحتوية على الكبريت: الميثيونين والستين. وهى غنية فى المعادن خاصة

الذائبة فى الماء وغنية فى الأحماض الدهنية الأساسية. وهى وإن كانت أقل فى القيمة الغذائية عن الكيزين فإن نسبة كفاءة البروتين ن.ك.ب PER، net protein utilization ص.خ.ب NPU والقيمة البيولوجية ق.ب BV فهى تبدو ممتازة للطحالب وعندما أضيف الميثيونين والسستين فإنها أصبحت جيدة للفراخ. ولكن الحيوانات ذات المعدة الواحده تحتاج إلى بعض المعاملات لأنها تواجه مشاكل فى هضم الخلايا الكاملة. (جدول ٣)

جدول (٣): معالم غذائية للبروتين من الطحالب.

الناتج	ن.ك.ب PER	ص.خ.ب NPU	ق.ب BV
Spirulina	١,٨	٦٥	٧٥
ميثيونين + *Spirulina*	–	٧٣	٨٢
Chlorella	–	٦٦	٧٢
ميثيونين + *Chlorella*	–	٧٨	٩١
Scenedesmus	١,٩٣	٧٦	٨١
كيزين	٢,٥٠	٨٣	٨٨

وتؤثر طريقة التجفيف على الإتاحة الحيوية فالتجفيف بواسطة الأسطوانات بالنسبة للتجفيف الهوائى يزيد من ص.خ.ب NPU ١٠٠٪ وفى الهضمية ٦٠٪ وربما رجع هذا إلى تمزيق جدر خلايا الطحلب عندما تزال المياه تحت ظروف مضبوطة. وفى المكسيك أستخدمت *S. maxima* فى تقوية البسكويت فى بروجرام متطور للأطفال. وبالنسبة للتقبل فمعظم المشاكل تنتج عن الصبغات الخضراء الغامقة والتى يصعب إخفاؤها فيوجد الكلورفيل والكاروتين والزانثين والفيتوسيانين phytocyanin وقد يتحسن اللون والنكهة إذا عومل لإزالة المكونات غير المرغوبة فى التيار.

المشاكل السمية

أى ب.خ.أ SPC له مشكلة مع الأحماض النووية فيجب ألا يتناول أكثر من ٢جم حمض نووى/يوم. وتركيز الأحماض النووية فى الطحلب يعتمد على النوع وظروف النمو فالسيانوبكتريا تركيز الأحماض النووية بها ٤٠ – ٥٠جم/كجم بينما تركيزه فى الطحلب الدقيق المجهرى ١٠ – ١٧٠ جم /كجم وهذه الكميات أعلا من أى مادة غذائية أخرى. ولتقليل الأحماض النووية يمكن تمزيق الخلايا وفصل البروتينات مما يزيد من التكاليف ولكن عندما يستهلكه الإنسان فهو فى كميات صغيرة بحيث الأحماض النووية لاتمثل أى خطر.

وتحضير مركزات البروتين أو معزولاته يرفع من القيمة الغذائية ويسمح بالتخلص من الصبغات غير المرغوبة. وكذلك فإن الطحلب يركز المعادن الثقيلة من المياه الملوثة وكذلك المبيدات والمركبات العضوية الكلورينية ولكن يمكن معالجة ذلك.

ومجارى المدن تحتوى معادن ثقيلة وسميات أخرى ولكنها عندما تتعرض للمعاملات الثانوية القياسية فإن معظم المواد العضوية تهدم فى حين تبقى المعادن مرتبطة بالوحل المنشط مما يجعل الماء مضمون بالنسبة للطحلب.

ومشكلة أخرى هى التلوث بالكائنات الممرضة وقد وضعت توصيات للكائنات الدقيقة لـ ب.خ.أ SCP للإستخدام فى علف الحيوان. (Macrae)

ميكوبروتين (بروتين فطرى) mycoprotein

ميكو بروتين ينتج من الفطر الدقيق microfungi وهو كائن هوائى يعيش فى الأرض ويحول الكربوايدرات إلى بروتينات. ولما كان الفطر عديد الخلايا فإن المصطلح "بروتين الخلية الواحدة" لايمكن إستخدامه على نحو صارم لوصف الفطر المستخدم فى هذه العمليات. وميزات الفطر الدقيق أنه يمكنه إستخدام مواد تفاعل كثيرة وأن له متطلبات غذائية واضحة المعالم وأنه يمكن فصله بسهولة بالترشيح بسبب حجم جسيماته. وهو يمكن إستهلاكه دون أى مشاكل سمية أو حساسية وله قيمة غذائية وخواص عضوية حسية مرغوبة.

متطلبات النمو وشروطه

ينمو الفطر الدقيق فى مخمر فى وسط سائل تتوفر فيه المغذيات المطلوبة للنمو وتوفير هذه المتطلبات يحسن من الإتاء وجودة الناتج النهائى وكفاءة العملية. والتخمر يجب أن يجرى بحيث ينمو الفطر ولاتنمو الشوائب. ومصادر الكربون تشمل السكريات البسيطة وعديد السكريات والليبيدات والبروتينات والسليلوز وغيرها. أما النتروجين فمصادرة الأملاح والنترات واليوريا والنتروجين العضوى. ويمكن تغيير نسبة الكربون إلى النتروجين لتعزز إنتاج البروتين ولما كان الفطر الدقيق هوائيا فإن توفير الأكسجين أساسى وكذلك الفيتامينات والمعادن.

الإنتاج

ينتج الميكروبروتين من *Fusarium graminearum* (Schwabe) والتى أختيرت لمناسبة إحتياجاتها الغذائية وخواصها العضوية. فالألياف الدقيقة تقابل فى الحجم ألياف اللحم تقريبا وكلا الغذائين يظهر الصف الطولى longitudinal alignment لتركيب الألياف فهذه تعطيه قواما مماثلا وجودة أكل مشابهة للحم.

ينمو *Fusarium graminearum* (Schwabe) تحت ظروف نمو مستمر حيث أن وسط المزرعة يغذى بإستخدام المخمر ويزال "المرق" بإستمرار للترشيح مما يعطى حالة إستقرار. والميزات ناتج متجانس مع أقصى إنتاج.

ومادة التفاعل الجلوكوز ويحصل عليه من نشا الحبوب أو الدبس أو شراب السكر أو محلمأ نشا البطاطس وغيرها. وفوسفات الأمونيوم هى مصدر النتروجين والفوسفور أما أملاح البوتاسيوم والمنجنيز والكوبالت والكالسيوم والمغنيسيوم والحديد والنحاس والبيوتين فتوفر من تنكات على هيئة سوائل بالقرب من المخمر. والأكسجين المعقم وحقنه فى المخمر يجعل المرق فى حركة دائمة ويحافظ على المرق على ٣٠°م ولذا فمن الضرورى تبريد المخمر كما يحافظ على رقم جيد مابين ٤,٥ - ٧,٠ وكتلة الخلايا تتضاعف كل ٤ - ٥ ساعات.

محتوى الأحماض النووية

معظم الأحماض النووية فى الميكوبروتين حمض الريبونيوكلييك (ح.ر.ن RNA) وهذا تختلف نسبته من ٨ - ٤٠جم/١٠٠ جم بروتين والمسموح به هو أخذ ٢ جم فى اليوم ولذا يعرض لمعاملة "صدمة حرارية heat shock" فيسخن إلى ٦٤°م لتثبيط

الإنزيم الذى يحول حمض الريبونيوكلييك إلى نيوكليوتيد أحادى والذى يمكنه الإنتشار خارج الخلايا وهذه العملية تخفض حمض النيوكلييك إلى مستوى مقبول بدون خفض المحتوى البروتينى أو التأثير على خواص القوام.

الحصاد

يحصد خضلا للمحافظة على القوام الليفى فترشح الكتلة الحية بالفراغ من المرق. وهى تشبه صفيحة من حلويات pastry طازجة ولها نكهة قمحية خفيفة وتخلط بالبيومين البيض ونكهات وألوان نباتية وتشكل بأشكال مناسبة.

القيمة الغذائية

الجدول (١) يبين مقارنة للقيمة الغذائية للميكروبروتين مع أغذية غنية فى البروتين وهو يحتوى على أساس الوزن الجاف ٤٥٪ بروتين و ١٤٪ دهن و ٢٦٪ ألياف غذائية.

جدول(١) مقارنة بين القيمة الغذائية للميكروبروتين مع أغذية أخرى

(القيم بالجرام فى كل ١٠٠ جم من الغذاء)

المغذى	ميكوبروتين	لبن كامل	بيض خام	لحم بقري	دجاج مشوى	فاصوليا خضراء مطبوخة	قد ومخبوز
طاقة (كيلوجول)	٣٣٦	٢٢٧	٦١٧	٩٣٧	٦٢٢	٣٩١	٤٠٣
بروتين	١٢,٢	٣,٢	١٢,٥	٣٠,٩	٢٤,٨	٦,٦	٢١,٤
دهن							
كامل	٢,٩	٣,٩	١٠,٨	١١,٠	٥,٤	٠,٥	١,٢
مشبع	٠,٦	٢,٤	٣,٤	٣,١	١,٦	٠,١	٠,٥
ألياف	٥,٠	صفر	صفر	صفر	صفر	٧,٤	صفر

المحتوى البروتينى

الميكوبروتين يحتوى كميات جوهرية من النتروجين غير الأحماض الأمينية وهى كقواعد البيريدين والبريميدين للأحماض النووية وفى الجلوكوزامين والجالاكتوزامين الموجود فى الكيتين chitin ولما كان هذا النتروجين غير متاح فإنه من الأنسب التعبير عن المحتوى البروتينى كأحماض أمينية مضروباً فى ٦,٢٥ بدلاً من نتروجين كلى مضروباً فى ٦,٢٥ فحوالى ٢٠ - ٣٠٪ من النتروجين هو نتروجين غير أحماض أمينية وصافى إستخدام البروتين ص.خ.ب net protein NPU utilization قبل وبعد حساب نتروجين الجلوكوزامين يعكس النتروجين غير المتاح الموجود فى الكيتين (مركب تركيبى فى جدار الخلية) والطريقة العادية للتعبير عن الأحماض الأمينية هى جم/١٦جم نتروجين كلى وتزيد قيم الأحماض الأمينية بعد السماح للنتروجين غير البروتينى.

والجدول (٢): يبين صافي إستخدام البروتين للميكوبروتين وأغذية أخرى.

جدول (٢): صافي إستخدام البروتين للميكوبروتين وأغذية أخرى.

الغذاء	صافي استخدام البروتين	الغذاء	صافي استخدام البروتين
بيض	١٠٠	ميكوبروتين	٦٠
سمك	٨٣	دقيق قمح	٥٢
لحم بقري	٨٠	فاصوليا	٤٧
لبن بقري	٧٥		

والميكوبروتين يعطى المدى الكامل للأحماض الأمينية والأحماض الأمينية المحددة هي الميثيونين والستين بمستوى يبلغ ٣,١ جم/ ١٠٠ جم ميكوبروتين ومعظم الحبوب تحتوى كميات منخفضة من الليسين والثريونين وهذه نسبتها عالية في الميكوبروتين فهناك فائدة من التغذية بهذا الغذاء وهو كغذاء نباتي فإن للميكوبروتين قيمة بيولوجية عالية ويقارن بالكيزين.

جدول (٣): الأحماض الأمينية في الميكوبروتين وفي لحم البقر. (القيم جم/١٠٠ جم)

الحمض الأميني	هيئة الأغذية والزراعة وهيئة الصحة العالمية	ميكوبروتين	لحم بقر
ايزولوسين	٤,٠	٤,٤	٥.٠
لوسين	٧,٠	٧,٣	٧,٧
ميثيونين وستين	٣,٥	٢,٦	٣,٩
فينيل الانين وتيروسين	٦,٥	٧,٩	٨,٣
ثريونين	٤,٠	٤,٩	٤,٣
تربتوفان	١,٠	١,٤	١,٣
فالين	٥,٠	٥,٣	٥,١

محتوى الدهن

محتوى الدهن يبلغ حوالى ٣٪ وهو أقل من اللحوم والدواجن. ونسبة الدهن المشبع ٠,٦٪ منخفضة ولايوجد به أي كوليسترول ونسبة الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع إلى الأحماض الدهنية المشبعة ٢,٣ جيدة بالنسبة للحم البقري المشوى ٠,١ ولحم الدجاج ٠,٥ (الجدول٤).

جدول (٤): الأحماض الدهنية في الميكوبروتين.

الحمض الدهني	المحتوى (جم/١٠٠ جم)
أحماض دهنية مشبعة:	
بالمتيك	٠,٤٥
ستياريك	٠.١١
المجموع	٠,٥٦
أحادية عدم التشبع:	
أولييك	٠.٧٢
عديدة عدم التشبع:	
لينولييك	١.١٧
لينولينيك	٠,١٣
المجموع	١,٣٠
عديدة عدم التشبع : مشبعة	٢,٣
أحماض دهنية كلية	٢,٥٨

محتوى الطاقة

نظراً لمحتواه المنخفض من الدهن فإن الطاقة فيها منخفضة (الجدول ١). ويمكن إدخالها في الأغذية مضبوطة/مراقبة الطاقة.

محتوى الألياف

يحتوى على ألياف غذائية (عديد سكريات غير نشوية) (الجدول ١). وهو أعلا من معظم المصادر النباتية والألياف هى كيتين و β جلوكان من جدر الخلايا.

محتوى الفيتامينات والمعادن

يعطى الميكوبروتين الفيتامينات ب والمعادن ولو أنه ينقصه فيتامين ب١٢ والحديد مكافىء للحم الخنزير وأعلا من الفراخ وهو يوجد فى صورة غير عضوية فاتاحته ليست من إتاحة الهيم وهو غنى فى الخارصين (الجدول ٥).

جدول (٥): محتوى الفيتامين والمعادن فى الميكوبروتين مقارناً بالفراخ.

المغذى	ميكوبروتين /١٠٠ جم	فراخ /١٠٠ جم
ب١ (مجم)	٠,٠١	٠,١٠
ب٢ (مجم)	٠,٢٣	٠,١٦
حمض نيكوتينيك (مجم)	٠,٣٦	١١,٦٠
ب٦ (مجم)	٠,١٣	٠,٤٢
ب١٢ (ميكروجرام)	٠,٠٠	آثار
حمض بانتوثينيك (مجم)	٠,٢٦	١,٢٠
بيوتين (ميكروجرام)	١٦,٠٠	٢,٠٠
حمض فوليك (ميكروجرام)	١٠,٠٠	١٢,٠٠
كالسيوم (مجم)	٣٢	١٠
فسفور (مجم)	٢١٢	٢٠٠
بوتاسيوم (مجم)	٨٥	٣٢٠
صوديوم (مجم)	٦	٨١
مغنسيوم (مجم)	٣٢	٢٥
حديد (مجم)	١,٣	٠,٧
خارصين (مجم)	١٩,١	١,١
نحاس (مجم)	١,٠	٠,٢٠

تأثير الميكوبروتين على ليبيدات الدم

تناول الميكوبروتين قلل الكوليسترول الكلى بمقدار ١٣٪ عن تناول اللحم. والليبوبروتين منخفض الكثافة ل خ ك LDL انخفض بمقدار ٩٪ مقارناً بزيادة قدرها ١٢٪ فى المقارنات controls الأخرى والليبوبروتين عالى الكثافة ل ع ك HDL إرتفع بنسبة ١١٪ مع انخفاض ١١٪ فى المقارنات controls. وكان الغذاءان متشابهين فى مستويات الأحماض الدهنية والكوليسترول ونسبة الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع إلى الأحماض الدهنية المشبعة. وكان محتوى الألياف الغذائية أعلا بمقدار ٢٩٪ وعلى دلك فيمكن إستخدامه فى الأغذية المخفضة لليبيدات.

كفاءة الإنتاج

تحول *Fusarium graminearum* ١ كجم جلوكوز إلى ١ كجم كتلة خلايا مبتلة تمثل ١٣٦ جم بروتين نقى. وكفاءة التحويل هى تقريبا ٢ : ١ على أساس الوزن الجاف وهذا أعلا بكثير من معدلات تحويل الحيوان والتى قد تكون ١٠ : ١ للحم البقر محسوبة على أساس مأخوذ علف جاف عند وزن ذبيحة مبتلة. وجزء فقط من ذبيحة الحيوان يؤكل فى حين أن كل الميكوبروتين يمكن إستهلاكه.

أمان الميكوبروتين

غذى الميكوبروتين حتى مستويات ٥٤٪ (وزن/وزن) ووجد أنه لايسبب سرطاناً أو سمية لعدة أجيال كما أنه لم يكن له تأثير على العينين أو الجلد.

الحساسية

الميكوبروتين لم يظهر أى تفاعلات عكسية تزيد عن معظم الأغذية وقياس حمض البوريك لم يظهر أى زيادة جوهرية وأن تناول الميكوبروتين لم يظهرأى حساسيات.

منتج فطرى آخر

نمى الفطر 64 *Polyporus squamosus* على الدبس وسائل الكبريتيت والجلوكوز والشرش مع إضافة فوسفات ومصدر نتروجينى وغذى الناتج لحيوانات تجارب وحيوانات مزرعة ولوحظ سمية حادة أو سرطنة أو تولد المسخية أو teratogenicity فلم يوجد أى شىء. وعلى الإنسان لم يلاحظ أى حساسية . ويمكن إستخدامه فى السجق واللحوم المعاملة وفى إنتاج الجبن وفى تغنية منتجات الخضر وفى تقوية عجين السمك والعجائن الأخرى.

بروتين بيكيلو pekilo protein

ينتج هذا من *Paecilomyces variotii* ويصلح كمضاف أغذية وينمى الكائن على السائل المستهلك لكبريتيت لب الخشب. وتجفف الكتلة الحية إلى مسحوق بلا رائحة به بروتين حقيقى ٤٦٪، ٩٪ ألياف غذائية ولايحتاج أى معاملة حرارية لتقليل الأحماض النووية وبالرغم أن تجارب التغذية أنتجت طفحاً جلدياً فى شخصين إلا أنه أعتبر أنه يمكن تحمله جيداً.

تقبل الميكوبروتين

هناك عدة عوامل يجب إعتبارها عند تقديم غذاء جديد منها إتاحته فيزيقياً وإقتصادياً ومدى إمكان شرائه وتحضيره وأكله وهل هو مقبول لمجموعة من الناس وبالطبع أهم شىء هو إستساغته والناس كانوا معدين لتقبل الميكوبروتين فجبن الكاممبرت Camambert ينضجه الفطر كما يستعمل الفطر فى عمل الميزو والتمبه وفى أفريقيا فهناك عدد من الأغذية تنتج من المنيهوت الحلو المختمر ولذا لم توجد صعوبة فى تقبل الميكوبروتين.

إحتمالات الميكوبروتين

فى كثير من أنحاء العالم غير متوفر أو سعره عالى وهناك أناس لايأكلون اللحوم لأسباب صحية أو دينية أو غير ذلك فالميكوبروتين يمثل طريقة لزيادة البروتين المستهلك والناتج يمكن إستخدامه فى تقوية الأغذية جزئياً أو يمثل المكون الرئيسى فى الغذاء.

(Macrae)

الخميرة yeast

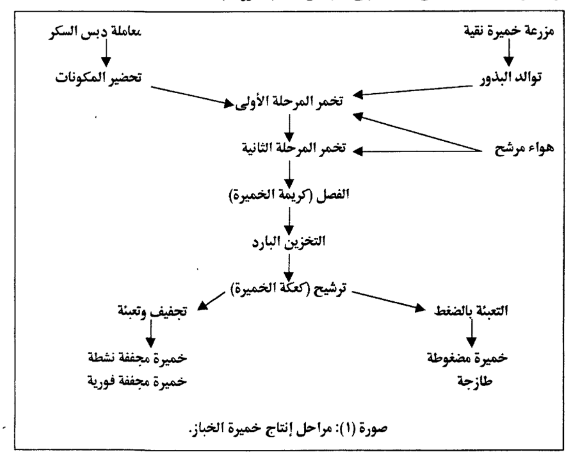
الإنسان لآلاف السنين لم يكن يحس بوجود الخميرة ولكنه كان يستطيع إستخدامها ليس فقط فى عمل الخبز بل أيضاً فى عمل البيرة. فعمل الخميرة والبكتريا الأساسى فى عملية التخمر لم يكتشف إلا فى القرن الأخير بواسطة باستير ثم تم إستخدام مزارع نقية فى عمل البيرة والخبيز.

خميرة الخباز

خميرة الخباز هـى نـوع بيولوجـى biotype مـن *Saccharomyces cerevisiae* يستطيع أيض السكر هوائيـاً إلى ثـانى أكسـيد الكربـون ومـاء، ولاهوائيـاً إلى ثـانى أكسـيد الكربـون وايثـانول. فخميرة الخبـاز تستطيع أن تكـثر تحـت ظـروف هوائيـة وكتلـة الخلايـا التـى تضـاف إلى العجـين تستطيع إنتـاج ثـانى أكسيد الكربـون تحـت ظـروف مختلفة لرفع leaven منتجات الخبيز.

◈ الإنتاج production

هنـاك علـى الأقل أربـع خطـوات رئيسية فـى إنتـاج خميرة الخبـاز: التحضير والتخمير والفصل والتعبئـة (الصورة ١).



صورة (١): مراحل إنتاج خميرة الخباز.

• **التحضـــير preparation**: إن تحضـــير خمـــيرة الخباز يبتدىء فـى مكـانين منفصلين: فـى المعمـل بتكـاثر propagation مزرعـة خمـيرة نقيـة، وفـى المصنع بتحضير المخمرات fermenters ووسـط المغذيات.

ففى المعمل يحضر مزرعـة نقية معقمة بعد واحـد أو أكثر من تحـت الاستنبات subcultivation وهـذه العينة يتم تلقيحها فـى تنك المزرعـة النقيـة الأول. وقـد يستخدم ٢ - ٣ تنكات من سعات مختلفة مـن ٥٠ - ٤٠٠ لتر. والخميرة المنتجـة فـى طـور مبكـر

تستخدم في بذر الطور التالي في حين يتم النقل تحت ظروف معقمة فالمهم في هذه الأطوار المبكرة للتحضير هو المحافظة على النقاوة. ومزارع المخمرات النقية pure culture fermenters تغذى بدبس السكر المعقم (يضاف إليه عوامل النمو الضرورية) ولكن التهوية بالهواء المنقى ليست على أتمها مع أول دفعة للتخمر.

وقبل الحرب العالمية الأولى أستخدم هريس الحبوب لإنتاج الخميرة تجارياً ولكن تم – نظراً لقلة الحبوب – أن أستخدم دبس السكر واستمر استخدامه حتى الآن كمصدر للكربون والطاقة لنمو الخميرة وعادة يضاف مصدر للنتروجين والمعادن وعوامل النمو والنتروجين يضاف كأمونيا أو أملاحها أو يوريا، ويضاف الفوسفور على هيئة حمض فوسفوريك أو فوسفات الأمونيوم وتبعاً لتكوين دبس السكر تضاف عوامل أخرى خاصة البيوتين. ويتم تخفيف دبس السكر المركز ويضاف إليه مغذيات ويعقم قبل الإستخدام.

• **التخمر fermentation**: يتم التخمر في تنكات كبيرة ١٠٠ متر^3 أو أكبر والمخمرات وحجر التخمير تختلف في الحجم والشكل ولكن يجب مراعاة ضمان أقصى تهوية لأن إنتقال الأكسجين هو عادة العامل المحد في توالد الخميرة وتستخدم أنظمة تهوية ميكانيكية وللرش، كما يجب أن يكون هناك نظام تبريد كفء في حجر التخمير لأن الخميرة تولد قدراً هائلاً من الحرارة أثناء نموها الهوائي. كما يجب مراعاة عوامل الصحة فتجهز حجر التخمير بعوامل التنظيف في المكان cleaning in place فبعد التنظيف والتطهير يدخل الماء وبه بذور الخميرة النقية معلقة إلى حجرة التخمير، ثم يخلط معه مستخلص النتيشة wort ويبتدىء التوالد مع التهوية النشطة. و "تخمر" خميرة البيرة ويبتدىء التوالد فتغذى المغذيات وتزداد التدريج مع المحافظة في كل الأوقات على تركيزات صغيرة جداً عند التهوية الكاملة فيتم وضع بروتوكولات معدل التغذية وضبط درجة الحرارة ورقم جيـ والتهوية ويحافظ عليها للحصول على أعلا إنتاج وجودة الناتج. ويراعى عدم حدوث تحت تهوية underaeration والذى يؤدى إلى تخمر كحولى زائد وتقليل الإنتاج. فيلزم إستخدام ضبط العملية بالآلات وبالتألية automation لإنتاج خميرة خباز إقتصادياً. ومنتجو خميرة الخباز عليهم إعتبار جودة الخبز والتي يمكن الوصول إليها بتضحية الإنتاجية وكحل وسط مرض فإنه في الطور الأخير من التخمر يوقف تغذية المغذيات nutrient feeding وتستمر التهوية لمدة ساعة وخلال هذه المدة المُنْضِجَة ripening period تتحسن خواص خميرة الخباز كثيراً. فالتجوين النتروجيني يزيد من الثبات ولكن يقل النشاط التخمرى وفي نهاية عملية التخمر فإن محتوى المواد الصلبة قد يختلف من ٣ – ٨٪ بمعنى أن الناتج يكون حوالي ٢٠٠٠٠ – ٣٠٠٠٠ كجم من خميرة طازجة في دفعة واحدة توالدت على ٢٨ – ٣٠°م لمدة ١٢ – ١٨ ساعة.

وقد أجريت أبحاث لإدخال عملية التخمر المستمر على مستوى تجارى ولكنها لم تنجح.

• **الفصل والترشيح separation & filtration:**
فعند كل نهاية دفعة توالد تستعاد خلايا الخميرة من الوسط المستهلك بالطرد المركزى ويستخدم الغسيل بالماء بين كل مرورين بإستخدام الفواصل بالطرد المركزى ويحصل على كريمة خميرة yeast cream بها ١٨ – ٢٠٪ وزن جاف والتى يمكن تخزينها فى تنكات مقلبة على ٢ – ٤°م لمدة عدة أيام بدون فقد الجودة.
ويتم تركيز كريمة الخميرة بالترشيح على مرشحات فراغ دائرية rotary vacuum filters أو مكابس ترشيح filter presses والترشيح يعطى كعكة خميرة بها حوالى ٢٧–٣٠٪ مادة جافة.

• **التعبئة packaging:** وبعد الترشيح فإن كعكة الخميرة تخلط بالزيوت والمستحلبات وكمية صغيرة من الماء ثم تضغط وتبثق extruded إلى كتل أو تحبب granulated للتوزيع الحجمى. ويعمل الزيت والمستحلبات على تحسين مظهر الناتج ويساعدان على تكوين الكتل.

الناتج the product

خميرة مضغوطة compressed yeast: هى الشكل التقليدى لخميرة الخباز وهى متاحة للخبازين فى كتل من ٠,٥ – ٢,٠٠ كجم فى حين أن كتل أقل ١٠ – ٥٠جم تحضر للمستهلك المنزلى. وهذه يمكن حفظها مادامت ملفوفة فى ورق مشمع وتخزن على ٤°م لعدة أسابيع. ويمكن تحضير كعكة مضغوطة محببة من نفس الناتج فى ١٠ – ٢٠ كجم للخبازين الكبار.

وخلايا الخميرة المضغوطة حية وتستخدم كربوايدراتها من جليكوجين وتريهالوز trehalose للبقاء وتحفظ بالتبريد لإبطاء الأيض ويعمل اللف على منع جفافها إما إذا أهملت فإن التخمر الذاتى والهدم الذاتى يبتدىء ممانيتج عنه حرارة وفقد فى نشاط الخميرة.

الخميرة المجففة dried yeast

هذه لها عمر رف أطول من الخميرة المضغوطة. وهى تحتفظ بميزاتها حتى لو خزنت على درجة حرارة الغرفة وهى لها ميزة عدم الإحتياج للتبريد كما توفر فى النقل والتخزين وإن كان إنتاجها – بسبب التجفيف – يتكلف أكثر. وهناك نوعان من الخميرة المجففة:

❖ خميرة مجففة نشطة خ.ج.ن active ADY dried yeast وهذه عرفت منذ خمسين عاماً وتحتاج لإعادة التميؤ rehydrated فى ماء دافىء قبل الإستعمال.

❖ خميرة مجففة فورية خ.ج.ف instant IDY dried yeast ولاتحتاج إلى إعادة التميؤ ويمكن خلطها مباشرة مع الدقيق فى عمل العجين. وقد توصل إلى هذا الناتج فى العشر سنوات الأخيرة.

وقد أختيرت سلالات تستطيع مقاومة ضغوط التجفيف والمراحل الأخيرة من التوالد توجه بحيث تزيد من مقاومة الخميرة للتجفيف. ونظام التغذية ومدة الإنضاج تنظم بحيث ينتج خميرة لها محتوى بروتينى منخفض ولكن لها محتوى تريهالوز ودهن أعلا.

وتبتدىء عملية تحضير الخميرة للتجفيف بثق extrusion كعكة الخميرة المضغوطة إلى جدائل رفيعة ١-٣ مم فى القطر وتقطع إلى قطع صغيرة ثم تجفف فى تيار هواء ساخن. وقد تم إستبدال نفق التجفيف بمجففات مقلبة tumble driers أو مجففات دوارة rotary driers والأكثر بمجففات الطبقة المسيلة fluidized bed driers وهذه تصلح مع الخميرة المجففة الفورية خ.ج.ف فتستخدم مجففات الهواء الرافع airlift driers التى تستعمل تيار هوائى blast ساخن بسرعة كافية لتعليق الخميرة فى طبقة مسيلة. وقد تبلغ درجة حرارة الهواء ١٦٠°م لسرعة التجفيف ولكن بعد أن تصل الرطوبة إلى ٣٥٪ يجب ألا تزيد درجة الحرارة عن ٤٠°م من أجل تقليل هدم غشاء الخلية وتقليل النشاط الإنزيمى. والخلايا يتم قتلها بسرعة على درجات حرارة أعلا من ٥٠°م.

وتبلغ نسبة الرطوبة فى الخميرة المجففة النشطة (خ.ج.ن) من ٦ -٨٪ فى حين أن الخميرة المجففة الفورية (خ.ج.ف) تكون من ٤ - ٦٪ فقط. والخميرة المجففة النشطة لها ٢/١ - ٣/١ قوة الرفع للخميرة المضغوطة الطازجة. وطرق التجفيف الفورية تسمح بإنتاج خميرة لها قوة رفع مماثلة لتلك التى تعطيها الخميرة المضغوطة (جدول ١).

جدول (١): خواص أشكال خميرة الخباز.

الناتج	الشكل	طرق التجفيف	جاف (٪)	بروتين* (٪)	انتاج الغاز (٪)
خميرة مضغوطة	كتل أو حبيبات	لاشيىء	٣٠	٥٢	١٠٠
خميرة جافة نشطة	كريات غير منتظمة	اسطوانة	٩٤	٤٠	٤٥
	جسيمات غير منتظمة	حزام	٩٤	٤٠	٤٠
خميرة جافة فورية	قضبان صغيرة	طبقة مسيلة	٩٦	٤٨	٨٠

* البروتين: نتروجين × ٦,٥

ويمكن تخزين الخميرة المجففة النشطة (خ.ج.ن) بدون تبريد وأثناء التخزين تفقد ١٪ من نشاطها فى الشهر إذا عبئت تحت فراغ أو نتروجين. وإذا خزنت على درجة حرارة الغرفة فإن الفقد يكون أسرع. ولإعادة نشاط الخميرة يضاف ماء دافىء ٤٠°م إلى الخميرة بنسبة ٤ : ١ وأثناء إعادة التميؤ ٢٠ - ٣٠ ٪ من المواد داخل الخلايا تنض مما يؤدى إلى فقد فى نشاط التخمر كما أنها تنض بعض المواد المختزلة كالجلوتاثيون مما يؤدى إلى بطء slackening العجين.

والخميرة المجففة الفورية (خ.ج.ف) جسيماتها كثيرة الثغور وسهلة إعادة التميؤ مما يسمح بالإستخدام مباشرة دون إعادة تميؤ ولكن الهواء أيضاً يدخل إلى الخلايا مما ينتج عنه أكسدة سريعة

وفقد فى النشاط وعلى ذلك فيجب تعبئة خ.ج.ف تحت فراغ أو نتروجين ويجب إستخدامها فى خلال أيام من فتح العبوة.

ويحسن إضافة مستحلبات مثل أسترات السوربيتان ١٪ لتسهيل إعادة تميؤ خ.ج.ف ومضادات أكسدة ٠,١٪ مثل الأيدروكسى أنيسول البيوتيلى لزيادة ثبات (خ.ج.ف).

❖ التطبيقات

أن إستخدام خميرة الخباز ضرورى فى إنتاج المنتجات المخبوزة المرتفعة مثل الخبز والدونت والفطائر ... إلخ.

• **عمل الخبز:** يتطلب عمل الخبز التقليدى عمل عجين الأسفنج وهذا العجين يتطلب خلط حوالى ٣/٢ العجين مع الماء والملح والخميرة ويترك ليخمر لمدة ٤ – ٥ ساعات ثم تضاف الأسفنجة إلى مابقى من الدقيق والماء وكل المكونات المتبقية وتخلط جيداً ميكانيكياً حتى تتحول إلى عجين ناعم. وترجع الخواص الإنسيابية المميزة للعجين إلى تركيب الجلوتين وهو تركيب متشابك يتكون من بروتينات القمح والدهن وهذا يعطى المطاطية للعجين ليحتفظ بالغاز الخارج من الخميرة وبذا يتم الرفع.

والعجين يمر فى عدد من العمليات الميكانيكية فيتم تقسيمه إلى قطع ويدور ويشكل وأثناء ذلك يستريح بين هذه العمليات وأثناؤها يتقدم التخمر والتصميد ويستمر الرفع. وبعد التصميد النهائى توضع الأرغفة فى فرن ساخن للخبيز وداخل الرغيف يتمدد الغاز والبخار ويتبخر الكحول ليكون فراغات فى الشبكة المتجلطة coagulated من الجلوتين وينعقد تركيب لب الخبز المتميز. ولاتصل درجة حرارة الرغيف إلى أقل من ١٠٠ °م بينما السطح يصل إلى ١٤٠ °م ليكون قشرة صلبة بنية اللون. والرغيف يترك ليبرد قبل التقطيع واللف والتوزيع.

وتقنية العجين الأسفنجية التقليدية تحتاج إلى ٨ ساعات وقد إقترحت عدة طرق لتقصير هذه المدة (جدول٢). ففى طريقة العجين المستقيمة تخلط كل المكونات عند البداية ويتم تخمر واحد كبير من ٢ – ٤ ساعات ليرتفع العجين. وفى طريقة العجين القصيرة يسمح فقط بـ١٥ – ٣٠ ق للعجين ليرتاح ويخلط العجين ميكانيكياً بشدة ليكون تركيب العجين. كما يتم إختصار الزمن فى الخلط المستمر حيث المخمر يحضر أولاً من الخميرة مع قليل من الدقيق (مخمر سائل) وبعد حوالى ساعتين من التخمر فإن العجين يتم عجنه ميكانيكياً فى خلاط مستمر. وفى التخمر الحجمى bulk fermentation للعجين يمكن إحلال الشغل الميكانيكى الشديد مكانه و/أو إضافة المحسنات الكيماوية chemical improvers والتحسين فى تصميم الأجهزة أحدث تحسناً فى العمل وجعل كفاءة ضبط آلية الأجهزة أسهل مما يجعل كفاءة أكثر فى الصحة ومرونة أكثر فى عمل الخبز.

• **عمل الخميرة:** تلعب الخميرة ثلاث عمليات رئيسية فى العجين: الرفع والإنضاح والنكهة.

جدول (٢): مقارنة بين طرق عمل الخبز.

الزمن	العجين الاسفنج	العجين المستقيم	المخلوط المستمر	العجين قصير الوقت
٧	الخلط			
٦	↓			
٥	الاسفنجة	الخلط		
٤	↓	العجين ↓	المخمر السائل	
٣	الخلط ↓	التقسيم الاستدارة	↓	
	عجين ↓	↓	↓	خلط سريع
٢	التقسيم الاستدارة التصميد الأول التشكيل	التصميد الأول	خلط تطور تقسيم الاستدارة	التقسيم الاستدارة التصميد الأول التشكيل
١	التصميد الثانى	التصميد الثانى	خلط التصميد	التصميد الثانى
صفر	خبيز	خبيز	خبيز	خبيز

الرفع leavening: ترجع زيادة حجم العجين إلى إنتاج غاز ثانى أكسيد الكربون أثناء تخمر الخميرة للكربوايدرات الموجودة فى الدقيق ويحتوى الدقيق الجاف على حوالى ١,٨٪ سكريات متخمرة (جلوكوز وفركتوز وسكروز) بينما ينتج المالتوز من حبيبات النشا بواسطة أميلازات القمح بعد إبتلال العجين. والخميرة عليها أن تتعود على الظروف غير الهوائية فى العجين كما يتم ذلك أيضاً لتخمر المالتوز بعد إستهلاك السكريات الحرة المتاحة. كما أن الخميرة عليها أن تتحمل الضغط التناضحى الذى يفرزه الملح (والسكر إذا أضيف).

وتركيز المذيبات يكون مرتفعاً عند الطور الأول من تحضير العجين عندما يضاف فقط نصف كمية الماء وفى بعض الوصفات يستخدم السكروز أو شراب الفركتوز العالى لتحلية العجين وزيادة الضغط التناضحى يقلل من معدل التخمر ولكن أيضاً يساعد على إنتاج الجليسرول.

الإنضاج maturation: تعمل الخميرة ونشاطه التخمرى على تطور قوام العجين مما يسمى بالإنضاج maturation وهى تشمل تغيرات معقدة تشمل القوى الميكانيكية للخلط التى تؤدى إلى تكون الجلوتين ويجب مراعاة أن إنتاج ثانى

أكسيد الكربون أثناء التخمر لاتؤدى إلى تكوين خلايا الغاز بدون فلم الجلوتين اللزج المطاط viscoelastic للمحافظة على هذا الغاز. وفى الواقع أن فقاعات الهواء التى تتكون فى العجين أثناء الخلط هى التى ينتشر فيها غاز ثانى أكسيد الكربون. ولايفهم حتى الآن تأثر الخواص الإنسيابية للعجين بواسطة منتجات الخميرة (الإيثانول وإنخفاض جيد) ولكن المركبات المختزلة مثل الجلوتاثيون والتى تطلقها خلايا الخميرة قد تشق الروابط ثنائية الكبريت بين جزيئات الجلوتين مؤدية إلى شق تركيب الجلوتين.

المذاق والنكهة taste & flavor: لايتم إنتاج العبير المغرى appealing للخبز بدون الخميرة وقد أمكن التعرف على ٢٠٠ منتج طيار بواسطة كروماتوجرافيا الغاز وكثير منها أسترات وأحماض وكحولات ومركبات كربونيل تنتج كمواد ثانوية أثناء تخمر الخميرة والمركبات الأخرى مثل الأحماض الأمينية تنتج من خلايا الخميرة. وبجانب التخمر فإن عبير الخبز يحدده عملية الخبيز والتى تؤدى إلى تلون القشرة باللون البنى عن طريق تفاعل مايارد والذى يتأثر بتخمر الخميرة ومكوناتها. (Macrae)

العوامل التى تؤثر على سلوك الخميرة
factors affecting yeast behavior

تؤثر درجة الحرارة على النشاط الزمنى للخميرة مابين درجتى ٢٠ - ٤٠°م حيث يزداد معدل التخمر فى كل ١٠°م. وفوق ٤٠°م تقتل الخميرة تدريجياً بحيث لايستمر نشاطها إلا لمدة ١٠ ق وعندما يصل مركز الرغيف إلى ٥٥°م فإنها تقتل جميعاً. وعندما يجمد العجين فإن نشاط الخميرة يقف ولايبتدىء إلا بعد التيع وهذا المستوى من النشاط بعد التجميد والتيع لايتوقف كثيراً على درجة الحرارة لأن الخميرة تعيش جيداً حتى على -١٨°م بل يتوقف على معدلات التبريد والتيع وعلى طول ودرجة حرارة التخزين التجميدى وكون درجة الحرارة موحدة خلالها وعلى المدى الذى وصل إليه التخمر قبل التجميد فكلما تخمر العجين قبل التجميد كلما قل نشاط الخميرة بعد تيع العجين.

وأرقام جيد وحدها لها تأثير قليل على النشاط الرفعى للخميرة فيما بين جيد ٤، جيد ٦ حيث تقع عجائن الخبز. فتحت جيد ٤ تتعطل الخميرة وتحت جيد ٣ تقع كثيراً وهذا قد يكون هاماً فى العجين الحامض فعند جيد أكبر من ٦ وعندما تكون درجة الحرارة مرتفعة فإن كميات كبيرة من الأحماض الأليفاتية الكربوكسيلية مثل الخليك والبروبيونيك قد تنتج فى العجين وهذه تخفض من نشاط الخميرة.

والزيادة فى الضغط التناضحى تؤثر على حيوية الخميرة عندما يتم تجميد العجين أو "تجفيفه" فحجرة الخباز حساسة لتغيرات نشاط الماء وهذا التأثر عكسى فعندما يتم التيع للمواد المجمدة أو التميؤ للمواد المجففة ولكن التجفيف الشديد يسبب هدماً لغشاء الخميرة السيتوبلازمى - وهذا قد يكون سبباً فى نقص نشاط الخميرة المجففة النشطة (خ.ج.ن) إذا قورنت بالخميرة الطازجة.

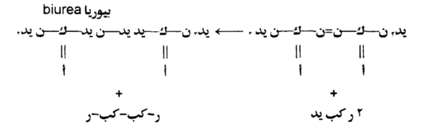
❖ **عمل بعض مكونات العجين**

فى عملية التخمر المستقيمة straight dough procedure (٣ ساعات على ٢٥°م) فإن كمية الخميرة الطازجة المستخدمة تبلغ ١,٣٪ من وزن الدقيق وبجانب ك أ٢ المنتج فينتج ٧٥٠ مل إيثانول لكل ١٠٠ كجم دقيق مع عدد من نواتج ثانوية للتخمر (أحماض كربوكسيلية وكربونيلات واسترات) تؤثر على عبير ونكهة الرغيف الطازج. وقد تضاف كبريتات الأمونيوم وكلوريد الأمونيوم والتى تعطى الخميرة نتروجيناً وتحرر كمميات صغيرة من أحماض الكلورودريك والكبريتيك والتى تطرى mellow الجلوتين. والملح يؤخر التخمر بدرجة بسيطة ولكنه يضاف للتأثير على النكهة وهو يزيد من جشب العجين.

• **الأميلازات amylases:** وهذه توجد فى الدقيق وكلا من الألفا α والبيتا β أميلازات تهاجم الأميلوز والأميلوبكتين عند الرابطة α ١ : ٤ ولكن كلاهما لايستطيع مهاجمة α ١ : ٦ الموجودة فى الأميلوبكتين. ويعمل نشاط الأميلاز إلى إنتاج الدكسترينات والتى تزيد من مقدرة الإحتفاظ بالماء ووجود الثغور فى العجين وتنعم لب الخبز.

• **عوامل التحسين improving agents:** يستخدم حمض الأسكوربيك بنسب حتى ٢٠٠ جزء فى المليون وثانى كربوناميد الآزو azodicarbonamide بنسب حتى ٤٥ جزء فى المليون. وعوامل التحسين لاتزيد من إنتاج ك أ٢ أثناء التخمر ولكنها تحسن من الإحتفاظ بالغاز لأن العجين يصبح أكثر مرونة وهذا ينتج عنه زيادة فى حجم الرغيف. ويعتقد أن جشابة/جشب العجين يعود إلى روابط ثنائى الكبريتيد disulphide linkages والتى تكون كبارى بين سلاسل البروتين المنفصلة وعمل المحسنات هو أن مجموعات السلفاهيدريل أو الثيول sulphhydryl or thiol (يد كب-) فى جزيئات بروتين الجلوتين والتى يمكن أن تساهم فى تفاعلات متبادلة مع كبارى ثنائى الكبريتيد (-كب-كب-) وبذا تخلخل من تركيب الجلوتين وتتأكسد ممايؤدى إلى تكوين روابط -كب-كب- جديدة. وفى نظرية تبادلية فإن عوامل التأكسد تشترك فى كسر روابط -كب-كب- ويتبعها إعادة رص وتكوين روابط -كب-كب- جديدة والتى تظهر تطور الجلوتين وبذا فإن صلابة الجلوتين تزداد فيصبح الجلوتين أقل إمتدادية ولكن أكثر مطاطية. والمكن عالى السرعة عالى القص high-shear ينتج عجيناً ذا مطاطية صغيرة بحيث لايستطيع الإحتفاظ بثانى أكسيد الكربون الناتج وهناك طريقان لعلاج ذلك إما السماح للعجين بالوقوف ليسمح بتكوين روابط ثانى الكبريتيد مرة أخرى وهذه عملية بطيئة أو يضاف مضافات فى مخلوط العجين للمساعدة على سرعة تكوين هذه الروابط. وحمض الأسكوربيك يتأكسد إلى حمض دى أيدروأسكوربيك بواسطة أكسجين الجو (ويساعد على ذلك أكسيداز الأسكوربيك الموجود فى الدقيق) وهذا بالتالى يساعد على أكسدة مجموعات السلفاهيدريل وهذه عملية بطيئة.

وتعمل ثاني كربوناميد الأزو نفس العمل ولكن أسرع فهي تكمل العمل في ٢,٥ ق من وقت الخلط. ويحسن وجود كمية صغيرة من الدهن في العجين لأنها غير ذائبة في الماء والعجين الناتج منها يبدو أكثر بياضاً لأن التركيب الخلوى أكثر دقة



• ل-سستئين L-systeine: يستخدم كعامل مختزل سريع الفعل مع عوامل مؤكسدة بطيئة الفعل.

• أحادى إستيارات الجليسرول glycerol monostearate: يضاف بنسبة ٠,٣ - ٠,٥٪ من الدقيق ويعمل على الإحتفاظ بالماء في مستحلب ثابت مع الدهن وعلى ذلك فيعمل على إرتباط الماء من البروتين والدهن إلى الكربوايدرات وهذا هام لأن عندما تزيد كمية الماء المرتبطة بالكربوايدرات فإن حركة الأميلوبكتين تزيد وهذا يستطيع في هذه الحالة أن يرتبط مع بقية الأميلوبكتين والأميلوز.

• استرات ثاني خلات الأستيل لحمض الطرطريك للجليسريدات الأحادية diacetyl tartaric acid esters of monoglycerides: وهي مركبات مستحلبة قطبية قوية تجتذب إلى السلاسل الجانبية القطبية على بروتينات الجلوتين والماء. وبالتالي فهي تساعد شبكة الجلوتين على الإحتفاظ بالماء وتعمل على تماسك العجين وتقلل من إحتمال إنهيار خلايا الغاز أثناء التصميد والخبيز وهذا يساعد على زيادة حجم الرغيف ويحسن من تركيب لب الخبز. (Macrae)

الأغذية المتخمرة fermented foods

يمثل التجفيف والتمليح والتدخين والتخمر أقدم أربع طرق لحفظ الأغذية. والحفظ بالتدخين يعطى أغذية لها قيمتها الغذائية بجانب حفظ الغذاء وتحويرها للنكهة والقوام.

عُرفَت الأغذية المتخمرة من قديم الزمان فهي معروفة لدى المصريين القدماء وقد عرفت مابين ٦٠٠٠ - ٢٠٠٠ سنة قبل الميلاد وعند الرومان والصين والهند التي ربما عادا في تاريخهما عدة آلاف من السنين. وكان تقدم الأغذية المتخمرة راجعاً إلى:

١- إن التخمر أقل تكلفة من أى طريق آخر لحفظ الأغذية.

٢- أن التخمر يؤدى إلى تحسين القيمة الغذائية ببروتين الكائنات الدقيقة والدهون والفيتامينات بل

أن التخمر يؤدى إلى إنحلال المواد المضادة للتغذية والمواد السمية.

٣- ينتج عن التخمر نكهات جديدة أو محسنة وعبير وقوام جديدين فتحويل اللبن إلى جبن أو زبادى والحبوب إلى خبز وفول الصويا إلى صلصة صويا يدخل نتائج جديدة تختلف من الأصل.

ويعطى الجدول (١) بعض هذه الأغذية المتخمرة ومواد التفاعل وأماكن الإنتاج والكائنات الدقيقة المستخدمة.

التأثير على القيمة الغذائية

يمكن أن يحدث تغنية لمستويات البروتين وبعض الأحماض الأمينية أو الفيتامينات فالبروتين فى المواد النشوية يمكن أن يزيد فى التابه tape فى أندونيسيا والمصنوعة من الأرز الجلوتينى. والتخمر يمكن أن يزيد مستويات الليسين فى القمح والبقول والأرز وتخمر الحبوب والبقول يحسن من توازن الأحماض الأمينية وقد يؤدى التخمر إلى تحسن نسبة كفاءة البروتين (ن.ك.ب) وتزيد نسبة ب١٢ فى الكيمشى الكورى.

ويلاحظ أن تخليق فيتامين ب١٢ فى الأغذية المتخمرة (النباتية) مهم بالنسبة لمن يأكلون أغذية نباتية فقط. وقد يؤدى التخمر إلى زيادة نسبة الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع.

غير أنه قد يحدث العكس فإن التحلل البروتينى proteolysis قد ينتج عنه أمونيا وفقد للنتروجين كما أن المعاملات قبل التخمر كالنقيع والغسيل والنخل قد تؤدى إلى فقد بعض المكونات.

إزالة السمية

كثير من المواد النباتية مثل الحبوب والخضروات والبقول ومحصولات الجذور تستخدم فى التخمر بالرغم من إحتوائها على مواد مضادة للتغذية ومواد سامة ومن بينها جلوكوسيدات سيانوجينية ومثبطات إنزيمات ومسببات إنتفاخ البطن/منتجات للغاز flutulence مثل الرافينوز والأستاكيوز وملززات الدم والفينولات والفيتات والأكسالات والسابونيتات. ونقع وغلى والمعاملة بالبخار والتحميص والتخمر يمكن أن تؤدى إلى نقص جوهرى فى هذه المواد.

أمان الأغذية food safety

تعمل بعض منتجات التخمر كالأحماض العضوية والكحولات وثانى الأسيتيل والأسيتون والأسترات على قتل أو خفض نمو الكائنات الحية الممرضة وهذا هام فى البلاد النامية. والنيسين nisin وهو ينتج بواسطة *Lactococcus lactis* spp. *lactis* ينشط ضد بعض البكتريا وهو يعتبر مأموناً CRAS. (Macrae)

مشروبات من الذرة الرفيعة والدخن
beverages from sorghum and millet

هذه قد تكون: مشروبات كحولية أو غير كحولية.

المشروبات الكحولية alcoholic beverages

وأكثرها إنتاجاً هو بيرة الذرة الرفيعة والتى لها أسماء كثيرة منها كلمة بيرة كافير kaffir والبيرة الأفريقية African beer وبيرة البانتو Bantu beer والبيرة المعتمة opaque beer.

جدول (١): أمثلة على الأغذية المتخمرة ومواد التفاعل والاستخدامات وأماكن الانتاج والكائنات الدقيقة المستخدمة.

نوع الناتج	مادة التفاعل	الاستخدام	مناطق الانتاج	الكائن الحي السائد	نوع التخمر
لحم : سلامى	مختلفة	مختلف	أوروبا وأمريكا الجنوبية والشمالية	بكتريا حمض اللاكتيك والخمائر والفطر	لاكتيك/بروتيوليتية
سمك : باجونج bagong	سمك،جمبرى أو محار	توابل	شرق وجنوب شرق آسيا	انزيمات هاضمة وبكتريا	بروتيوليتى
باك paak	سمك مختلف وأرز	طبق رئيسى وطبق جانبى	شرق وجنوب شرق آسيا	بكتريا حمض اللاكتيك	لاكتيك
لبن : جبن	مختلف الألبان	مختلفة	جميع أنحاء العالم	بكتريا حمض اللاكتيك والخميرة والفطر	لاكتيك/بروتيوليتية
زبادى	مختلف الألبان	مختلفة	جميع أنحاء العالم	بكتريا حمض اللاكتيك	لاكتيك
حبوب: خبز	قمح وحبوب أخرى	غذاء رئيسى	جميع أنحاء العالم	*Saccharomyces cerevisiae*	كحولية/ك أ٢
بوزول posol	ذرة	شراب	المكسيك	بكتريا حمض اللاكتيك والخميرة	لاكتيك
ماهو maheu	ذرةرفيعةودخن أو ذرة	شراب	أفريقيا	بكتريا حمض اللاكتيك والخميرة	لاكتيك/كحولى
تابى كيتان tape ketan	أرز	عقبة	أندونيسيا	الفطر والخميرة	كحولى/لاكتيك
محصولات جذرية: جارى gari	منيهوت حلو	غذاء رئيسى	غرب أفريقيا	بكتريا	لاكتيك
بو poi	قلقاس	غذاء رئيسى	جزر الباسيفيك	بكتريا وخميرة	لاكتيك
بقول: صلصة الصويا	فول الصويا	توابل	الصين واليابان وأمريكا	فطر وخميرة وبكتريا	بروتيوليتية/لاكتيك
تمبا tempa	فول الصويا وغيره	طبق رئيسى	أندونيسيا وأمريكا الشمالية وأوربا	فطر	بروتيوليتية
دادار	خروب أفريقى وفول الصويا	توابل	غرب أفريقيا	بكتريا	بروتيوليتية
خضروات وفواكه: سوركراوت	كرنب	طبق جانبى	أوروبا وشمال أمريكا	بكتريا حمض اللاكتيك والخميرة	لاكتيك
الزيتون	زيتون	أكلة خفيفة	أوروبا وأمريكا	بكتريا حمض اللاكتيك	لاكتيك
مختلف: ناتا natu	جوز الهند أو عصير فواكه	عقبة	الفيليبين	بكتريا حمض اللاكتيك	خليك
تيكفاس teekvass	مستخلص الشاى	شراب	أوروبا وشرق وجنوب شرق آسيا	بكتريا حمض اللاكتيك والخميرة	خليك/كحولى
خل	مشروبات كحولية وعصير فواكه	توابل	جميع أنحاء العالم	خليك وبكتريا	خليك

وعموما فهى سائل معتم له محتوى كحولى خفيف وحموضة لاكتيكية ورائحة نكهة ولايدخل فيها حشيشة الدينار/الجنجل ويمكن بسترتها ولكنها تباع وتستهلك فى حالة من التخمر النشط. وهناك عدة أنواع منها تتوقف على المنطقة ومايزرع فيها والثمن. وغير المنتشة يشار إليها "بالمساعدة" ومعظمها تستخدم الذرة والذرة الرفيعة.

النتش malting:

معظم النتيشة تعمل من حبوب الذرة الرفيعة المنتشة *Sorghum bicolor* L. (Moench) وأهم أغراض عملية النتش هو إنتاج الإنزيمات الأميلوليتية ألفا أميلاز ل.د. ٣٠٢٠١٠١ والبيتا إميلاز ل.د. ٣٠٢٠١٠٢ وهذه الإنزيمات تحلمىء النتيشة والنشا المساعد إلى سكر. والنشاط الأميلوليتى - ويعرف بالقوة الدياستيتية diastatic power فى الصناعة - يمكن أن يتم تثبيطه بواسطة التانينات - وكانت تعرف بإسم عديد الفينولات - فى الأصناف عالية التانين. والغرض الثانى للنتش هو إنتاج أحماض أمينية حرة وببتيدات صغيرة بفعل الإنزيمات البروتيولويتية proteolytic enzymes على البروتين وهما يسميان معاً نتروجين الأحماض الأمينية الحرة ن.أ.أ.ح FAN وهى مغذيات رئيسية لنمو اللاكتوباسيلس *Lactobacillus* والخميرة. ويمكن إحلال الدخن محل الذرة الرفيعة إذا إنخفض محصول الذرة الرفيعة.

النتش القبلى/التقليدى (traditional) tribal malting: تنقع الحبوب فى الماء (عادة أكياس من السمار rush أو العشب grass) معلقة فى الجداول ثم ينشر فى طبقات رقيقة ويغطى بخفة وبعد عدة أيام من الإنبات تجفف النتيشة فى الشمس ثم تطحن بين حجرين أو فى هاون.

النتش الصناعى (industrial) commercial malting: يحفظ الحب فى مخازن كبيرة وإذا إحتاج الأمر يجفف إلى ١٢,٥٪ رطوبة.

النقع steeping: ينقع فى ماء مع التقليب و/أو التهوية على درجة حرارة ٢٠ - ٢٧°م لمدة ١٦- ٢٤ ساعة ليصل إلى نسبة رطوبة ٣٥ - ٣٧٪.

الإنبات germination: تنتج نتيشة الذرة الرفيعة مثل إنتاج نتيشة الشعير ولكن الذرة الرفيعة يجب أن تعامل بالماء أثناء الإنبات ويحتفظ بها دافئة على درجة حرارة ٢٤ - ٢٥°م وحتى ٣٠°م ويجب تقليب النتيشة بحرص لأن هناك نمو من الجذور أو الأفرع الجديدة ويستمر الإنبات لمدة تبلغ ٦ أيام.

التجفيف drying: نتيشة الذرة الرفيعة لاتجفف فى مجففات مثل نتيشة الشعير ولكنها تجفف ويجب ألا تزيد درجة الحرارة الأصلية عندما تكون النتيشة مازالت خضلة عن ٥٠°م.

وعادة هناك إتفاق بأن النتيشة لها نشاط دياستازى لايقل عن ٣٠ وحدات ذرة رفيعة دياستيتية/جم sorghum diastatic unit SDU g^{-1}. ويخشى من الفطر وينصح بالتحليل للزعافات الفطرية من آن لآخر.

التخمير brewing

الطريقة القبلية للتخمير brewing: عادة هذا فى أيدى النساء حيث يأخذ الصانع النتيشة المجففة شمسياً ويطحنها فى هاون وإذا كان سيستخدم مساعدات نشوية أو ذرة رفيعة غير منتشة أو ذرة فإنها أيضاً تطحن ويعمل خليط من النتيشة والحبوب ويضاف إليه ماء إما بارداً أو يغلى فإذا أضيف الماء بارداً فإن الخليط يغلى بعمل نار حول القدر. وإذا أضيف الماء يغلى فإن الحبوب والماء تخلط جيداً ويسمح لها بالمكث طول الليل والمخلوط الذى يحمض يخفف ويغلى المحضر - بأى طريقة حضر - يبرد ثم يضاف إليه نتيشة لعمل تسكير ثم يسمح لمستخلص النتيشة wort بالتخمر بواسطة الخميرة واللاكتوباسيلى. والتصفية خلال أكياس نجيل مجدولة تجرى مبكراً فى عمليات التخمر.

الطريقة الصناعية للتخمير brewing: إذا قورن بمايحدث فى أوروبا فإنه يشمل تخمراً إضافياً أى التحميض - إنتاج حمض اللاكتيك بواسطة اللاكتوباسيلى - ولكن لايحدث فيه أى إستخلاص لحشيشة الدينار.

التحميض souring

هذه أهم الخطوات حيث أن لها تأثير على الطعم النهائى للبيرة وعلى الجسم وشعور الفم والقيمة الحفظية والخلو من أى كائنات دقيقة ممرضة ومحتوى الكحول وعادة يتطلب فيه مايلى:

١- إنتاج كمية كافية من حمض اللاكتيك لضمان نجاح بقية العمليات.

٢- إنتاج هذه الكمية فى فترة مناسبة.

٣- أن يوفر ملقح نشط للحمض التالى.

٤- أن يكون خالياً من أى نكهة غير مرغوبة ناتجة عن شوائب من كائنات دقيقة.

والتحميض القليل جداً يقلل من جسم البيرة ويعطى محتوى سكرياً عالياً أثناء الهرس وبالتالى يرفع مستوى الكحول (التالى) وربما لأعلا من القيمة القانونية (٣٪ وزن/وزن) فى جنوب أفريقيا. والتحميض العالى خاصة مع قوة دياستيتية للنتيشة يحد من تكسر النشا وبذا يعطى جسماً أكثر وسكراً أقل وبذا تصبح البيرة ذات محتوى كحولى منخفض جداً. والتحميض إما أن يكون ذاتياً أو ملقحاً. فالذاتى يمكن أن يتم بواسطة الفلورا الصغيرة microflora الطبيعية على النتيشة وهذا لاينصح به فى العمليات الصناعية وعادة اللاكتوباسيلى تكون غائبة من نتيشة الذرة الرفيعة. أما التحميض الملقح فيحتاج إلى ملقح وهذا يمكن أن يكون من تحميض سابق أو من مزرعة محفوظة بالتجفيد من *Lactobacillus leichmanii* أو *L. delbrueckii* نقية. ويحتفظ بالنتيشة والملقح على ٤٨ - ٥٠°م ودرجة الحرارة هذه رغم كونها أعلا من المثلى بالنسبة للكائن فهى تحتفظ بالحمض نظيفاً من ناحية الكائنات الدقيقة. فدرجة حرارة عالية إلى حد إنتاج درجة محدودة من التحلل الأميلوليتى amylolysios بحيث يسمح بعدم وجود نقص فى السكر للاكتوباسيلى كما أن هناك نتروجين أمينى حر موجود.

والتحميض يجب أن يصل إلى درجة من الحموضة فى زمن معقول. والمواد البروتينية بمافيها

النتروجين الأميني الحر تعمل كمنظمات مع حمض اللاكتيك ورقم جيد النهائي يتوقف على نسبة حمض اللاكتيك-القاعدة. ويتوقف التخمر بسبب إنخفاض رقم جيد وليس بسبب قلة المغذيات حيث أن رقم جيد المنخفض مثبط للكائنات الدقيقة. وإذا كانت الأطوار التالية للتحميض بطيئة جداً فإن هناك خطر في أن اللاكتوباسيلي تصبح غير نشطة وتضعف ولاتستطيع إنتاج ملقح للدفعة التالية من الحمض. وإختيار سلالات من *L. delbruekii* لنمو شديد والمقدرة على البقاء في ظروف عالية الحموضة يمكن أن يتغلب على هذه المشكلة.

الغليان boiling

بنهاية التحميض يخفف المخلوط ويضاف المساعد ويغلى الجميع الذى يقتل اللاكتوباسيلي وبذا يحتفظ بدرجة التحميض ويجلتن النشا في كل من النتيشة المحمضة والمساعد ويطبخ المخلوط الذى يصبح لزجاً جداً وهذه اللزوجة يمكن أن تقلل بإضافة كمية صغيرة من النتيشة قبل الغليان.

الهرس mashing

ترفع درجة الحرارة إلى ٥٥ - ٦٠°م وتضاف النتيشة ويحدث تسييل بسرعة لأن ألفا أميلاز الذرة الرفيعة يحلل النشا إلى ديكسترينات. وتكون السكريات المتخمرة أساساً بألبيتا أميلاز والمالتاز من النتيشة مع الألفاأميلاز. ويضبط رقم جيد بضبط كمية حمض اللاكتيك بالنسبة لمكونات النتيشة والمواد المساعدة القاعدية (النتروجينية). والنشا من النتيشة لايتم جلتنته عند درجة حرارة النتيشة وبالتالي فهو لايتسكر إلى درجة جديرة بالملاحظة. وفي طريقة اجوبا Juba فإن نتيشة التحويل تسخن لجلتنة النشا والذى يكسر بواسطة إضافة أميلوجلوكوسيداز amyloglucosidse من مصدر كائن دقيق أو بإضافة كمية صغيرة من النتيشة وينتج من الهرس كمية صغيرة من ن.أ.أ.ح من خلال تأثير الإنزيمات البروتيوليتية على بروتينات النتيشة والمساعد. ويحدث إذابة لمغذيات الخميرة الأساسية في النتيشة مثل الفيتامينات والمعادن أثناء عملية النتش.

التصفية straining

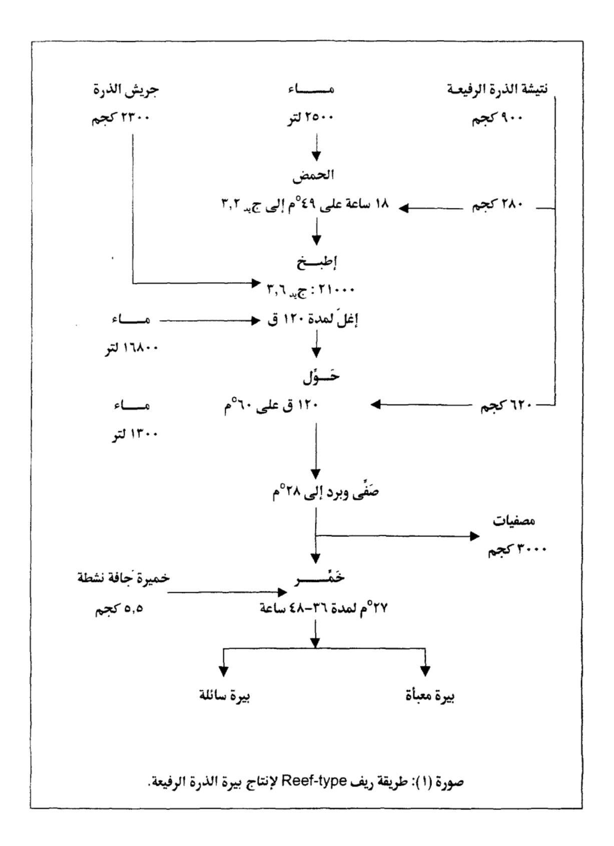
بنهاية الهرس (التحويل) ١,٥ - ٢ ساعة فإن المهروس يتم تصفيته أي يمرر في مصفق decanter طارد مركزى centrifugal وينتج ناتجان "المصفيات" وهي الحبوب المستهلكة ومستخلص النتيشة wort وهذا معتم بسبب وجود كميات ملحوظة من مواد الحبوب. ويتم تلقيح مستخلص النتيشة بالخميرة بعد أن تصل درجة الحرارة إلى ٢٨°م .

التخمر fermentation

تستخدم خميرة مجففة نشطة وهو تخمر فوقي/علوى top fermentation يحدث بواسطة *Saccharomyces cerevisiae* ويستخدم سلالتين واى٢ Y2 و واى ٤٨ Y48 لصلاحيتهما لإنتاج بيرة الذرة الرفيعة والمعدل يختلف من ٠,١ - ٠,٢ جم من الخميرة الجافة لكل لتر من

مستخلص النتيشة. والصورة (١) تبين إحدى طرق إنتاج بيرة الذرة الرفيعة.

وتقدم بيرة الذرة الرفيعة على درجة حرارة الغرفة فى حالة تخمر نشطة فى أوان من الطفل.



صورة (١): طريقة ريف Reef-type لإنتاج بيرة الذرة الرفيعة.

التصنيع industrialization

يتم إنتاج بيرة الذرة الرفيعة بالطريقة التقليدية فى أفريقيا منذ آلاف السنين أما بالطريقة الصناعية فعمرها قصير ونجاحها يعتمد على : ١-وجود كميات كبيرة من المساعد والنتيشة بجودة جيدة . ٢- وجود الخميرة والملقح للتحميض أو الأحسن مزرعة لاكتوباسيلى نقية. ٣- ماء شرب ويمكن وجود كالسيوم لأنه يشجع على إنتاج السكر فى أثناء الهرس. ٤- معمل مراقبة . ٥- أشخاص متمرنين علمياً. ٦- أمكان إنتاج وتصميم أجهزة تصلح لعمل البيرة. ٧- نظام توزيع جيد لأن بيرة الذرة الرفيعة تحتاج لتوزيع سريع لأنها سريعة التلف.

المشروبات غير الكحولية

non-alcoholic beverages

الذرة الرفيعة والدخن millet يستخدمان فى أفريقيا بدرجة كبيرة على هيئة عصائد porridges وكخبز متخمر وغير متخمر وشرائطيات. ومعظم العصائد ثخينة ومتماسكة وإن كان يمكن عمل بعضها رفيعاً وفى هذه الحالة يحمض ويشرب بدلاً من أكله. والعجين الذى يعمل بغرض الخبز (كسرا kisra وإنجيرا injera) يمكن تخفيفه وتحويله إلى مشروبات محمضة. وقد أنتج فى جنوب أفريقيا ماجو mageu (ماجو mageu وماهيوو mahewu) من جريش ذرة منقى وبعض دقيق القمح. وقد أمكن إحلال مزارع نقية محل التحميض الذاتى للتحضيرات القبلية وفى العملية الداخلية (القبلية) فإن القمح يعطى النشاط الأميلوليتى وفى الصناعة يضاف السكر الذى يعطى محتوى كحولى أكبر كثيراً من المنتج القبلى. ومواصفات الماجو magou تحد المحتوى الكحولى إلى ١٪.

مزايا التخمر الغذائية

nutritional advantages

يؤدى التخمر إلى إضافة نكهات جديدة للأغذية ويساهم فى إعطاء قيم غذائية بإضافة فيتامينات وبروتينات مكملة. وبروتين الذرة الرفيعة ليس بدرجة عالية من الجودة وينقصه بعض الأحماض الأمينية. وبروتينات بيرة الذرة الرفيعة تحتوى على ٥٠ - ١٠٠٪ زيادة فى الليسين عن الذرة الرفيعة أو الذرة. كذلك فإن بيرة الذرة الرفيعة تحتفظ بخميرة التخمر لأنها غير مصفاه وهذه تحسن من القيمة الغذائية ولكن ليست كل فيتامينات ب متاحة لأن خلايا الخميرة الحية تحتاجها ولكن بسترة الناتج يجعل الفيتامينات متاحة. وبيرة الذرة الرفيعة بها نسب أعلا من الثيامين والريبوفلافين والمعادن عن البيرة المصنوعة من الشعير وتلك المصنعة من الذرة الرفيعة كمساعد بها نسب أعلا جوهرية من الثيامين وحمض النيكوتينيك والمعادن عن البيرة المصنعة بإستخدام هريس الذرة grits.

وفى غرب أفريقيا فإن البيرة من نوع البيرة الخفيفة lager beer تنتج بإستخدام هريس حبوب الذرة الرفيعة غير المنتشة وتستخدم مخاليط من أميلازات وبروتينيزات لإنتاج السكريات و ن.أ.أ.ح من نشا الحبوب وبروتين الحبوب بالتتابع. وبدلاً من إستخدام الإنزيمات البروتيولوتية يمكن إضافة خميرة بها أحماض أمينية حرة أو أملاح أمونيوم لمستخلص النتيشة. (Macrae)

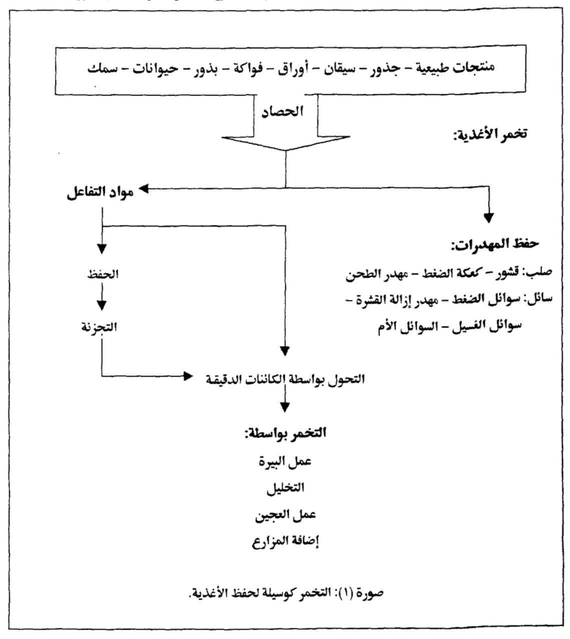
التخمر فى الشرق الأقصى

fermentation in the far east

يمكن النظر إلى مجاميع هذه الأغذية المتخمرة فى الشرق الأقصى على أنها تنتمى إلى مجموعتين:

❊ **المجموعة الصينية**: وهذه إنتشرت خلال ٢٠٠٠ – ٣٠٠٠ سنة الماضية.

❊ **المجموعة الإستوائية**: وهذه إنتشرت خلال ٣٠٠٠٠ سنة الماضية على فترة الميزو والنيوليثيك Meso- & Neolithic خلال جنوب وجنوب شرق آسيا. ووظيفة كل من المجموعتين كان إستغلال ماقد يكون ساماً أو غير ماكلة وأن يحافظ على المحصول وأن تستعاد المهدرات وتوليد مواد غذائية جذابة ومنشطة ومساعدة وأن يتم ذلك باقتصاد فى المصاريف والطاقة (الصورة ١).



صورة (١): التخمر كوسيلة لحفظ الأغذية.

❖ المجموعة الصينية

إن من المنتجات الصينية المتخمرة منتجات فول الصويا ومنها صلصة الصويا soya sauce وهذه واحدة من الشو sho أى مساعدة بالملح. وهناك أيضاً تخمر حالة الصلب للفول أو جبن الخضروات مثل التمبة tempeh والتى أصبحت بدائل اللحم.

◈ **تمبة tempeh**: يستهلك الملايين من الأندونيسيين ١٨,٣ جم من التمبة يومياً والتمبة كعكة مسطحة حوالى ١,٥ سم فى السمك وتبدو أنها مغطاه بصوف القطن cotton wool ويرجع المظهر الصوفى إلى حصيرة مكثفة من الغزل الفطرى mycelium فى طور قبل الإنبات والفولات لايجب أن تكون واضحة. ورائحة أمونيا قوية مع لون رمادى أسود يدل على فوق تخمر فى حين أن رؤية الفولات يدل على تحت تخمر والمرغية sliminess علامة على عدم صحة التخمر ممايدل على درجة حرارة عالية وعدم توافر التهوية حيث ينهدم الفطر على درجة حرارة أعلا من ٤٢°م. كما أن التهوية تحتاج إلى حذق فإذا كانت عالية جدا فربما تشجع فطر آخر كما أن تجرثم مبكر للـ *Rhizopus* نفسه قد يحدث. وإذا كانت التهوية منخفضة فإنه يحدث نمو للخميرة والبكتريا. والتمبة ذات اللون الأصفر يجب ألا تؤكل لأنها سامة جداً، وكيف يمكن تجنب هذه التخمرات الخاطئة سيوصف فيمايلى:

الإنتاج: بعكس صلصة الصويا فإن تخمر التمبة قصير ويتضمن:

١- نقع طول الليل للفول فى سائل محمض باللاكتيك.

٢- إزالة القشرة يدوياً أو الآن بالأجهزة.

٣- غلى أو المعاملة بالبخار للفلقات ثم لفها فى أوراق الموز وأخيراً فى بلاستيك مثقب ثقوب صغيرة.

٤- التخمر لمدة ٢٤ ساعة فى نسبة رطوبة أعلا من ٩٥٪ على درجة حرارة المحيطة فى جافا (٢٧-٣٠°م).

والحموضة مهمة لتجنب تخمر غير مرغوب وغزو من بكتيريا غير مرغوبة وظروف التخمر أن الرطوبة ودرجة الحرارة للبيئة الميكرو الصغيرة لها تأثير فعال على نمو الكائنات الدقيقة وتسيد الأنواع فعند درجة حرارة ٢٥°م يحتاج التخمر إلى ٨ ساعات فى حين أنه يمكن إنقاص ذلك إلى ٢٤ ساعة على ٣٧°م.

وإنتاج التمبة على نطاق صغير يمكن أن يتم كالآتى: ١- إغسل فول الصويا. ٢- إنقع لمدة ٢٤ ساعة على درجات حرارة ٢٠±٥°م فى ماء محمض على جيد ٤ - ٥. ٣- أزل القشرة باليد أو المكنة. ٤- إغسل لإزالة القشرة. ٥- إغل ببطء لمدة ١ ساعة. ٦- صفى جيداً وبرد إلى أقل من ٣٥°م. ٧- أنثر عليه دقيق قمح. ٨- لقح بالـ *Rhizopus*. ٩- ضعها فى أكياس عديد إيثيلين. ١٠- خمّر فى جو رطب ساكن على ٢٨ ± ٣°م لمدة ٢٤ ساعة للحصول على تمبة ناضجة.

وتكوين التمبة يعطيه الجدول (١) وترجع التغيرات لعدد من العوامل منها التغير فى جودة الفول ومدى إستخدام المضافات والغش.

جدول (١): تكوين التمبة.

المغذى	المحتوى(على أساس الوزن الجاف ٪)
بروتين	٤٠ – ٥٠
دهن	١٠ – ١٦
كربوايدرات	١٥ – ٣٠
ألياف خام	١٠ – ١٢
رماد	١,٥ – ٣,٠

◈ **أونتجوم ontjom**: هذه توجد في غرب أندونيسيا وتختلف طريقة التخمر قليلاً:

١- يستخدم الفول السوداني *Arachis hypogea* بدلاً من الفول الصويا.

٢- الفطر fungus المفضل هو الفطر المتجرثم ذو اللون البرتقالي الأحمر *Neurospora sitophila*.

٣- تجرثم الفطر fungus يُشَجَّع في حين أنه في انتاج التمبة يُتَجَنَّب.

وكثيراً ماتستخدم مهدرات إستخراج الزيت فتستخدم طريقة الأونتجوم إلى متبقيات إستخلاص زيت الفول السوداني ولو أن الناتج يكون عالياً في الرماد. وتستخدم .*Rhizopus* spp بطريقة التمبة على متبقي إستخلاص زيت جوز الهند ويحصل على تمبة بونجكرك bongkerk tempeh وإن كانت هذه قد تكون مميتة لأن المادة الخام جوز هند مبشور قد تشجع إنتاج بكتيريا *Pseudomonas cocovenenans* التي تنتج زعافاً.

◈ **ناتو natto**: ينتج الناتو عن تخمر بكتيري لفول الصويا بإستخدام *Bacillus subtilus* var. *natto* وفيها تترك القشور – بعكس التمبة – على الفول المعامل بالبخار. ويغلى الفول ويلقح بمزرعة البادىء ويعبأ في شظايا الصنوبر ويخمر على درجة حرارة مرتفعة نسبياً (٤٠°م) والناتج عبارة عن منتج يغطى بالمرغ slime رائحته أمونيا ويصبح أسوداً بعد تجفيفه وتبقى الفولات منفصلة ومرنية.

◈ **تخمرات حبوب-بقول أخرى**

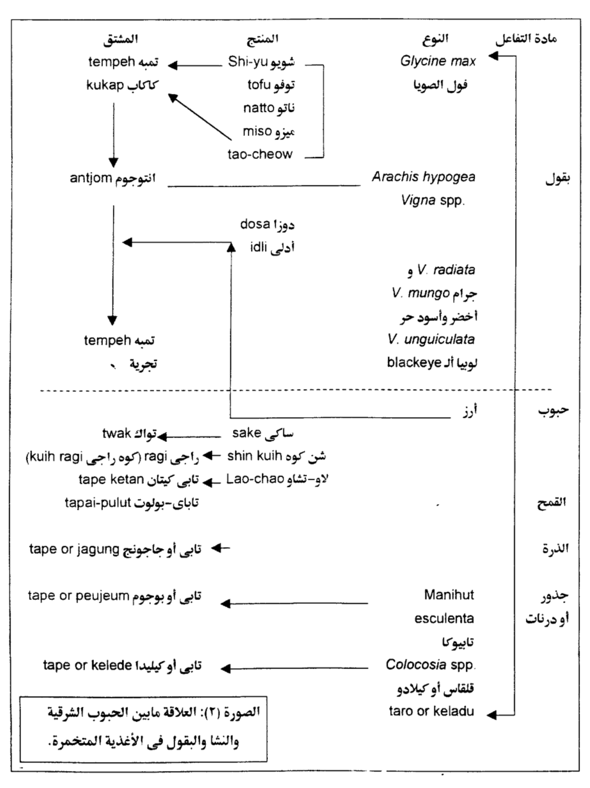
تظهر الصورة (٢) العلاقة بين بعض تخمرات الحبوب-البقول الأخرى كمثال لهذه التخمرات.

◈ **منتجات هندية جنوبية**

معظم الفولات التي يستخدمها الهنود في التخمرات هي من .*Vigna* spp فهم يستخدمون *V. radiata* أي جرام الأخضر والأسود ، *V. mungo* ، *V. unguiculata* وهذه الفولات يمكن أن تختلط مع جنس *Phaseolus* والتي لاتستخدم في التخمرات. وكل تخمرات البقول يجب أن تبتدىء بالتعرف الدقيق على المواد الخام لأن كثيراً من البقول سامة جداً.

الإنتاج manufacture: الفولات والأرز تطحن منفصلة ويضاف إليها الماء للحصول على غراء رفيع وقد تنقع وتطحن مبتلة مع إضافة ١٪ ملح للغراء النهائي. ومخلوط الفول-الأرز والذي قد تتراوح نسبته من ١٠ : ١ إلى ١ : ١٠ يترك مغطى طول الليل على ٢٨ – ٣٢°م. وقد يتم تقليب المخلوط من أن لآخر ويجب أن يحتفظ به لاهوائياً (هوائياً قليلاً جداً micro-aerophilic) لتشجيع نمو اللاكتوباسيلاى متغايرة التخمر heterofermentative lactobacilli وفي نهاية

التخمر يصيب التقن slurry علـى أدلي معامل بالبخار idli steamer موضوع عليه "غطاء" به انخفاضات فى شكل الطبق ١٠ سم فى القطر و ٢سم فى العمق وفيه قماش قطن يمنع التقن من السر oozing خلال الإنخفاضات كما يساعد ازالة الكعك المعامل بالبخار. والطبخ لمدة ١٥ - ٢٠ق ينتج كعك مرتفع من الأدلي وهى تصبح معدة الإستهلاك.



الصورة (٢): العلاقة مابين الحبوب الشرقية والنشا والبقول فى الأغذية المتخمرة.

• الـدوزا **dosa**: يسـتخدم هنـا العـدس lentils (*Ervum lens*) بدلاً مـن فـولات جرام. وهـى تعد وتصب على صاج griddle ساخن مدهـون بالسمن أو زيـت جـوز الهنـد أو أى زيـت آخـر تبعاً للتعـود. وهـذه المنتجـات تختلـف مـن حيـث النكهـة ومـن حيـث التوابـل المضافة ولكنـها كلـها لاكتوباسيلس بدلاً من كونها تخمرات خميرة فهى تتميز بميزات لها علاقة بالعجين الحامض.

المجموعة الإستوائية

يستخدم الحبـوب أساساً الأرز والـذرة مـع بعـض البقـول مـن أجنـاس *Glycine* ، *Vigna* والـ *Arachis* وقد تستخدم بقـول الأشجار كما يحدث فى أفريقيا.

◈ تابى **tapai (tapé)**: حالياً التابيوكا *Manihot esculenta* Cranz. هو مصدر الدقيـق فى إنتاج التابى وهو معجون كحولى حـامض وحلـو وإن كـان هذا النـاتج يمكـن عملـه مـن القلقـاس أو البطاطا أو الموز أو موزالجنة plantain (starch bananas) أو الأرز أو الذرة.

الإنتـاج manufacture: العجـين سـواء كـان الحبـوب أو كتل (من موز الجنـة أو التابيوكا) يجرى تلقيحـها بعـد أن تغلـى أو تعـامل بالبخـار بـالرش ببادىء هـو عبارة عـن مسحوق راجـى ragi وهـذا عبارة عن خليط مثبت من الخميرة والبكتيريـا تخمر كعجين وتجفـف ككعـك صغـير مفلطـح ثـم تعمـل مسحوقاً. وهـذا الأسـاس النشوى الملقـح يخمـر فـى عبوات من أوراق الموز فى آنية خزفيـة طـول الليل أو أطـول إذا كـان الفـرض الحصـول علـى منتـج كحـولى ويسـتهلك المنتـج إمـا كمـا هـو أو يجفـف هوائياً. وأحياناً فإن الكتلة المتخمرة تعصر والعجين والمادة المفرزة exudate تستهلك منفصلة والأخير قد يجرى له تخمر ويشرب كمشروب كحولى.

النبيذ فى المشروبات الكحولية أو الحمضية

نبيـذ الأرز مثل التـواك tuak الخاص بأهل بورنيـو أساسـه تخمـر الراجـى ragi. وبعـض النبـائذ فـى جنـوب شـرق آسـيا تعتمـد علـى الأرز والنـورات inflorescences مـن نخيـل جـوز الهنـد ونخيـل طاليـب الهنـد talipot palm (*Borassus flabelliformis*) وهـو موجـود فـى سـرى لانكـا والصين الهندية Indo-China.

وكثيراً مايلجأ السكان إلى النباتات للحصول علـى مشـروب مسـتخدمين النسـيج الوعـائى الخشـبى xylem واللحـاء phloem فالروطـان/أسـل الهنـد rattan مصدر للمياه فى الغابة ومن هنا نشأ تخمر النسـغ/العصير الخلـوى sap الغنـى فـى السـكر والموجـود فـى اللحـاء والنـاتج مـن نـورات inflorescences النخـل وتصنـع المشـروبات الكحوليـة المتخمـرة مـن نسـغ عـدد مـن أجنـاس النخـل مثل *Nypa* & *Arenga* وطاليب الهنـد. ومن أشجار غابة المطر rainforest والتى تعطى مـواد تفـاعل سـكرية ونشـوية مثـل أشجـار الخبز *Artocarpus* ودوريان durian (*Durio zibethinus*). والـ *Baccaurea griffithii* هـى إحـدى أشجار غابـة المطر والتـى تعطـى ثمـرة

راتنجيـــــة عبيرية aromatic والتى تخمـر إلى منتـج يشـبه ريتينـا retaina-like. والمركبـات الكبريتية الحلقية المتغايرة heterocyclic والتـى لها رائحة قوية ونشطة بيولوجياً توجد بكـثرة فـى أشجار غابة المطر والدوريان durian ماهو إلا مثل واحد فقط.

عصير القصب المتخمر

يخمر أهل جنوب شرق آسيا هذا العصير والتخمر يضبط بترشيح العصير الخام خلال مرشح مصنوع مـن اللحـاء الداخلـى لشـجرة dipterocarp (*Shorea curtisii*) وهذا اللحاء غنـى فـى المركبات الفينولية وبنضها ينتقل إلى السائل.

إزالة السمية خلال التخمر
detoxification via fermentation

يتم إزالة عدد من السموم بالتخمر منها: القلويدات والسموم المحتوية على نتروجين مثل النتريلات nitriles والسـيانيدات cyanides ومنـها دقيـق النخيـل *Cycas spp* (false sago) وبـذوره تعطـى نشـا ، أحمـاض أمينيـة سـامة وببتيـدات وبروتينـات واسـتيرويدات وصابونينـات والأنثوسيانينات والأحماض العضوية مثل حمض الأكساليك.

منتجات سمكية متخمرة
fermented fish products

قد تحتوى هذه علـى ١٤٪ ملح أو أكثر. ويوجد قسمان رئيسيان: قسم يقع فيه التخمـر مـن تحلل بواسطة إنزيمات الأمعاء السمكية، وقسم يتم فيه التخمر للكربوايدرات بإستخدام إنزيمات الكائنات الدقيقة وهذا يظهر فى الجدول (٢). وقبل الإقبال على منتجات السمك خارج أماكنها وربما كانت التوفو tofu والميزو miso والناتا natta وعجائن السمك والجمبرى مثل البلاتشانج belachang مـن أندونيسيا وهـى تعتمـد علـى أسمـاك محلية والمذاق لها يكتسب ولكنها يمكن أن تكون أساساً للتحسين.

جدول (٢): بعض المتخمرات السمكية.

القسم	المكون	الناتج	الأصل
مصدر بروتين حيوانى	سمك	باجونج bagoong	الفلبين
	قشريات	بلاتشانج belachang	الملايو وأندونيسيا
	رخويات	صلصة المحار	مختلف البلاد
		باجونج ناسيسي bagoong nasisi	الفلبين
مصدر كربوايدرات	حبوب ، أرز	باتيس patis	الفلبين
	نشا	نام-بلا nam-pla	فيتنام ، تايلاند
أملاح أو أحماض	حمض خليك ،	تراسي trassi	أندونيسيا
	(خل النخل)	جيوتكال jeotkal	كوريا
مضافات	توابل	الجيروك jeruk	
	فلفل	السام assam	
	تمرهندى وموالح	النيبس nipis	

السمك المخلل pickled fish

وهذه تعتمد على تخمرات حمض الخليك والسكر وثمار الفواكه وهى لاتلعب دوراً هاماً فى هذه المناطق.

اللحوم المخمرة fermented meat

وهذه غير هامة فى تغذية سكان الشرق الأقصى وربما فيماعدا تايلاند.

❖ الكائنات الدقيقة كغذاء

• **البكتيريا bacteria**: يؤكل فى الفلبين Philippines غطاء عديد السكر والسيليولوز غير المتبلر الذى يكونه *Acetobacter aceti* (subsp. *xylinum*) تحت الإسم ناتا nata وهذا يعمل بتشجيع نمو الـ*Acetobacter* الهوائى على سكر وفوسفات الألومنيوم والمغنى بالخليك (ح يد$_5$) لماء جوز الهند (ناتا الكوكو والأاناناس وناتا بيتا) أو أى عصير آخر. فيتم تلقيح مادة التفاعل وهذه إما عصير مسكر نتروجينى أو مغنى بالفوسفات بالطور السائل لمزرعة سابقة (١ : ١٠ مادة تفاعل) ويحتفظ به فى وعاء مغطى ويفضل فى الظلام وبدون إزعاج ويحتفظ بالسائل على درجة حرارة أقل من ٣١°م (حوالى ٢٨°م) لمدة أسبوعين. والناتج كعكة سطحية من جل سيليلوزى به بكتيريا وهو يأخذ نكهة تتوقف على مادة التفاعل المستخدمة. وهذا الجل الذى يبلغ سمكه ٣سم والذى يتكون من الخلايا بجانب غطاء عديد السكريات يجب أن ينقع لإزالة الزيادة من حمض الخليك قبل الإستعمال. وهو يعمل على هيئة مكعبات ويسوق فى شراب طازج أو يعبأ فى علب أو زجاجات. وهذه العمليات البكتيرية يمكن إستخدامها فى إستغلال المهدر من تصنيع فواكه.

• **الفطر fungus**: يستخدم البازيديوميسيتيس basidiomycetes وأحياناً بعض الأسكوميسيتيس ascomycetes فى استغلال المهدر أو مواد غير مأكلة بالتخمر. وأهم تفرقة بين هذا الفطر fungi والأجسام الثمرية المتحللة autolysing مثل بادى عش الغراب paddy straw muschrooms (*Volvariella volvacea*) وبين عش الغراب الذى يمكن تجفيفه مثل الشيتاك sheitake (*Lentinus edodes*). (Macrae)

صلصة الصويا soy sauce

تسمى صلصة الصويا "شويو shoyu" فى اليابان ويبلغ إنتاجها حوالى ١,٢ مليون كيلولتر. وهناك ٥ أنواع من الشويو: كويكوتشى koikuchi وأوزوكوتشى usukuchi وتامارى tamari وشيرو shiro وسايشيكومى saishikomi.

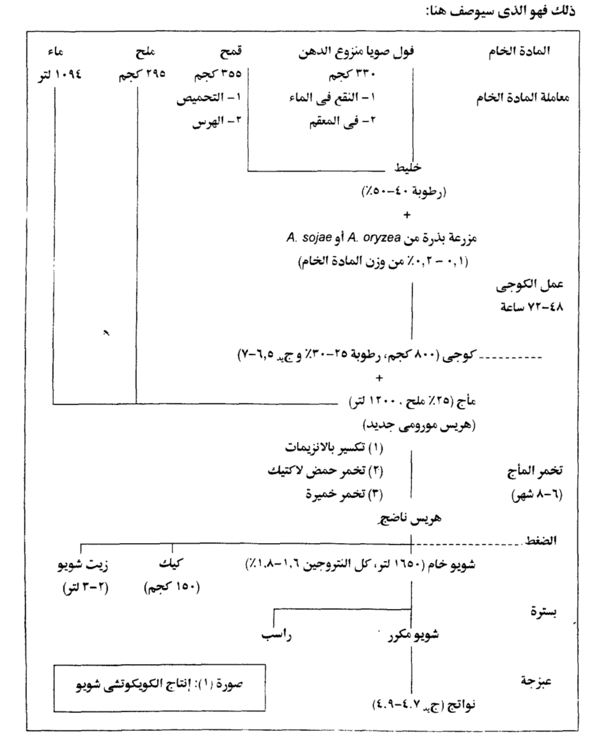
وكويكوتشى يصنع من خليط من فول الصويا وحبوب القمح بكميات متساوية ويميزه لون بنى محمر عميق وعبير قوى مرغوب. فى حين أوزوكوتشى يميزه لون بنى أخف ونكهة أخف أيضاً عن الكويكوتشى. أما تامارى فيميزه إرتفاع نسبة الأحماض الأمينية وله لون بنى عميق ونكهة مميزة ويصنع من فول الصويا وقليل من القمح بنسبة ١٠ : ١ – ٢. والشيرو يصنع من القمح مع كمية صغيرة من فول الصويا بنسبة ١٠ : ١–٢ ويميزه لون أصفر

خفيف جداً ونسبة الأحماض الأمينية فيه منخفضة ونسبة السكر مرتفعة. وأما السايشيكومى فينتج من كميات متساوية من القمح وفول الصويا ويستخدم الشويد بدلاً من المأج.

ويمثل الكويكوتشى ٨٣٪ من إنتاج الشويو وعلى ذلك فهو الذى سيوصف هنا:

إنتاج كويكوتشى شويو

إنتاج الكويكوتشى يمر فى خمس خطوات: معاملة المواد الخام وعمل الكوجى وتخمر الهريس والتعمير ageing والضغط والتكرير والبسترة. والصورة (١) تمثل خطوات التصنيع.



صورة (١): إنتاج الكويكوتشى شويو

❖ **المواد الخام**

الجدول (١): يعطى الكميات المستخدمة من المواد الخام في إنتاج الشويو في اليابان سنة ١٩٩٠.

جدول (١): المواد الخام المستخدمة في إنتاج الشويو.

المادة الخام	الكمية بالطن
فول صويا (كامل)	١٠٧٩٧
فول صويا (منزوع الدهن)	١٧٤٢٠٦
قمح	١٧٩٤٩٧
ملح	٢٠٥٩٠٠

• **فول الصويا:** فول الصويا أصله من الشرق والمزروع منه *Glycine max* أتى من *Glycine ussuriensis* وهو نوع برى بنمو فى شرق آسيا. وفول الصويا يحتوى ٣٣٪ بروتين والمنزوع الدهن يحتوى ٤٥٪ بروتين والبروتين هو مفتاح إنتاج الشويو وثلاثة أرباع كل النتروجين فى الشويو يأتى من فول الصويا. و٦٥- ٧٠٪ من بروتين فول الصويا يوجد فى جسيمات تعرف بإسم "أجسام بروتينية" أو حبيبات الأليورون فى فلقات الفول وحوالى ٩٠٪ من بروتين البذرة أو حوالى ٣٦٪ من وزن البذرة الجاف يتكون من جلوبيولينات globulins والجلوبيولينات مخلوط من مركبات يختلف فى الحجم الجزيئى عند الفصل بالطارد المركزى فائق السرعة ultracentrifuge فالأجزاء ٧ س، ١١س تكون ٧٠٪ من الجلوبيولينات الكلية والمكونات الصغرى ٢س (١٥٪) ، ١٥س (١٠,٩٪) و٧ س تتكون من بيتا وجاما وكونجليسينين β&γ-conglycinin (٣٥) بينما س١١ تتكون من جليسينين (٤١,٨ من كل الجلوبيولينات).

ومكونات الكربوايدرات الرئيسية فى فول الصويا الناضج هى: سكروز (٤١,٣ – ٦٧,٥٪) ، أستاكيوز stachyose (١٢,١ – ٣٥,٢٪) و الرافينوز (٥,٢ – ١٥,٨٪). وزيت فول الصويا يتكون من ٩٤ – ٩٧٪ جليسريدات أحماض دهنية مع ١,٦ – ٣,٢ فوسفوليبيدات.

• **القمح wheat:** القمح الصلد أكثر مناسبة لعمل الشويو لأن البروتين فيه أعلا والبروتينات هى جليادين وجلوتينين اللذان يكونان الجلوتين وحوالى ٤/١ النتروجين الكلى فى الشويو يأتى من القمح. أما الكربوايدرات فهى النشا والسيليولوز والسكر والنشا مهم كمصدر للطاقة لفطر الكوجى فى عمل الكوجى.

• **الملح salt:** يفضل ألا يحتوى الملح على أى حديد أو منجنيز بقدر الإمكان لأن التأكسد البنى فى الشويو يسرع تآزرياً بوجود هذه المعادن.

• **الماء water:** الماء يجب أن يكون نظيفاً بكتريولوجياً وكيماوياً ويجب أن يكون خالياً من الحديد والمنجنيز للأسباب نفسها التى ذكرت مع الملح.

❖ معاملة المواد الخام

• فول الصويا soybeans

البروتين فى فول الصويا الخام طبيعى ولايمكن حلمأته بإنزيمات فطر الكوجى ويلزم مسخ البروتين ليصبح معرضاً لفعل الإنزيم. ولو بقى بروتين فول الصويا جزئياً غير مسيخ فإن الشويو يصبح عكراً عندما يخفف بالماء أو يسخن للطبخ وهذا التعكير يؤثر على قيمة الشويو. وإذا حصل فوق مسخ لبروتين الصويا فإنه يفقد تعرضه للإنزيمات ويصبح الهضم منخفضاً. وطرق الطبخ يمكن تقسيمها إلى خمس مجموعات تبعاً للتقدم التاريخى من الجيل الأول إلى الجيل الرابع:

الجيل الأول (الطريقة التقليدية): قبل القرن التاسع عشر كان فول الصويا ينقع ويغلى أو يعامل بالبخار على الضغط الجوى فكانت الهضمية حوالى ٦٠٪.

الجيل الثانى: تغيرت طريقة الطبخ حوالى سنة ١٩٣٨ إلى الوضع فى المعقم تحت ضغط autoclaving ففول الصويا أو شظايا فول الصويا أو شظايا فول الصويا منزوعة الدهن كانت ترش بالماء الساخن ثم تطبخ على ضغط قدره ٠,٨كجم/سم[٢] لمدة ساعة. وبعد قفل البخار فإن فول الصويا يحتفظ به فى المعقم طول الليل بدون فتح الصمام. وكان الهضم ٦٦٪ من الصويا منزوعة الدهن بسبب فوق المسخ للبروتين.

الجيل الثالث: هذه الطريقة تعرف بإسم ن ك NK وفيها فول الصويا المبلل جيداً أو شظايا فول الصويا تطبخ فى معقم دوار تحت ضغط ٠,٨ كجم/سم[٢] لمدة ٤٥ق. ثم تبرد إلى أقل من ٤٠°م بخفض الضغط الداخلى بواسطة نفث مُكثِف jet condenser. وتحسنت هضمية البروتين فأصبحت ٨٧٪ لفول الصويا منزوع الدهن.

الجيل الرابع (طريقة درجة الحرارة المرتفعة والوقت القصير high-temperature/short-time method (HIST) (١٩٧°م): يمكن أن تقسم هذه التقنية إلى طريقتين:

الطريقة الأولى: فول الصويا المبلل جيدا يطبخ تحت ضغط أعلا ولزمن أقصر بطريقة ن ك NK مستخدمين بخار مشبع أى ٢,٠ – ٧,٠ كجم/سم[٢] لمدة ١٥ ثانية إلى ٥ ق. وتتحسن هضمية البروتين إلى ٨٤,٢٤٪ (٢كجم /سم[٢] لمدة ٥ ق) إلى ٨٩,٧٪ أو (٦كجم/سم[٢] لمدة ٠,٥ق) للصويا منزوعة الدهن.

والطريقة الثانية: يطبخ فول الصويا بدون ماء مستخدمين بخار فوق مسخن على ضغط ٤ – ٨ كجم/سم[٢] على ٢٢٠ – ٢٨٧°م لمدة لاتقل عن ١٥ ثانية. وهضمية البروتين كما فى الطريقة الأولى ولكن هذه الطريقة لها ميزة الإنتفاع بإمكان خزن المواد الخام المعاملة حراريا.

طرق أخرى: طريقة البثق جربت ووجدت مناسبة لكميات صغيرة من المواد.

• القمح wheat

حبوب القمح تحمص بدون إضافة ماء وحل محل التحميص فى حلة حديد محمص مستمر فى ١٩٠٠ والآن تستخدم طريقة درجة الحرارة المرتفعة

والزمن القصير التى شرحت أعلاه. وضبط الطريقة هام فالقمح إذا لم يحمص جيداً فإن النشا الخام لايمكن هضمه بواسطة الأميلاز فى طريقة كوجى ولكن إذا القمح حدث له فوق تحميص فإن هضمية البروتين تقل. والحبوب المحمصة تهرس إلى أربع أو خمس قطع.

عمل الكوجي koji making

أهم عمل فى هذه الطريقة هو إنتاج الإنزيمات اللازمة لحلمأة المواد الخام فكثير من المغذيات للخميرة واللاكتوباسيلى والتى تنمو فى الطور الثانى وبعض مكونات النكهة التى تؤثر على جودة الشويو تنتج فى هذه الطريقة.

الطريقة procedure: تقريباً أجزاء مساوية من فول الصويا المطبوخ والقمح المحمص المهروس (٦: ٤ – ٤: ٦) تخلط وتلقح بمزرعة بادىء نقية من *Asprergillus oryzae* أو *A. sojae* وهى المعروفة بإسم بادىء كوجى أو بذرة الفطر والمخلوط الملقح ينقل بعد ذلك إلى زراعة الكوجى ويفرد على صوانى صلب غير قابل للصدأ (٣٪ ١٢٪ ٠,٦متر) إلى عمق ٣٠ – ٤٠ سم ثم يحضن فى غرفة على ٢٥ – ٣٠°م لمدة ٢ – ٣ أيام. وفى هذه الفترة فإن درجة الحرارة والرطوبة والتهوية تضبط للسماح لبذرة الفطر بالنمو على الخليط ولتشجيع إنتاج الإنزيمات وإذا إرتفعت درجة الحرارة عن ٣٥°م فإنها تؤدى إلى خفض فى إنتاج الإنزيم وأحياناً إلى موت فطر الكوجى. وتضبط درجة الحرارة بالتقليب، والتقليب الأول يجرى على ٢٠ ساعة والثانى على ٢٥ ساعة بعد التلقيح. والناتج يكون أصفراً رائقاً إلى أصفر مخضر وهو الكوجى.

وماتم شرحه هو طريقة الدفعات ولكن توصل إلى طريقة مستمرة.

فطر الكوجى koji moulds: كما ذكر سابقاً فإنه يستخدم *A. oryzae* ، *A. sojae* وهما يختلفان من حيث شكل البوغ الخارجى condidial morphology وكذلك فى الخواص الفسيولوجية لإنتاج الشويو.

وعموماً فإن *A. oryzae* يتميز بإنتاج عال للألفا أميلاز والـ *A. sojae* بإنتاج البروتياز. والـ *A. oryzae* لايستخدم فقط فى إنتاج الشويو ولكن أيضاً فى إنتاج أغذية متخمرة أخرى يابانية مثل الميزو والساكى فى حين أن إستخدام *A. sojae* يقتصر على عمل الشويو وقد وجد أنه لايوجد إنتاج لأى أفلاتوكسين بواسطة سلالات فطر الكوجى.

عمل الهريس وتعميره

mash making & ageing

الطريقة

إن خلط الكوجى والمأج يسمى "شيكومى" باليابانية والمخلوط يسمى هريس "موروومى" وتبلغ نسبة الملح فى المأج ٢٣ – ٢٥٪ ونسبة المأج إلى الكوجى عادة ١ : ٣ (حجم/حجم) ويوزن الكوجى والمأج فى نفس الوقت ثم يضخ المخلوط إلى أوعية تخمر عميقة من حديد مغطى بالراتنج ٥٠- ٣٠ كجم أو تنكات ألياف زجاج ٣٠ – ١٠٠كجم

ويقلب الـ مورومي بالهواء لمنع اللاكتوباسيلي التي تتحمل الملح والخميرة البرية من النمو.

فيخلط الكوجي مع المأج على درجة حرارة صفر م لحفظ درجة حرارة الهريس تحت درجة ١٥ °م لعدة أيام ثم تضاف بكتيريا حمض اللاكتيك المقاومة للملح ثم ترفع درجة الحرارة تدريجياً إلى ٢٨ – ٣٠°م بعد ٢٠ – ٣٠ يوماً. وفي هذه الأثناء يضاف خميرة مقاومة للملح مثل مزرعة نقية من *Zygosaccharomyces rouxii* وبعد إنتهاء التخمر الكحولي الشديد يسمح لدرجة الحرارة بالهبوط مرة أخرى وتحفظ على ٢٥°م لمدة شهرين. وينصح بإضافة خميرة *Torulopsis* (*Candida*) للحصول على نكهة "متطايرة" في الناتج النهائي. ويحتاج الأمر إلى ٦ – ٨ أشهر لإنهاء التخمر والتعتيق.

التغيرات الكيماوية في تخمر الهريس

في الأطوار الأولى لتخمر الهريس تتحول البروتينات إلى ببتيدات صغيرة الوزن وأحماض أمينية حرة و ٢٠٪ تقريباً من النشا من القمح يستهلكه الفطر أثناء تخمر الكوجي والباقي يبقى في هريس المورومي وتتحول إلى هكسوزات وبنتوزات في هريس المورومي والتي تتغذى عليها اللاكتوباسيلي وتحولها إلى حمض لاكتيك وخليك وأحماض عضوية أخرى بحيث أن جيد يهبط من ٦,٧ – ٧ إلى قيمة ٤,٧ – ٤,٨.

وفي المرحلة التالية فإن تخمر كحولي شديد يحدث من *Z. rouxii* والسكريات الباقية تؤيض إلى إيثانول وعدد من مركبات النكهة. فمثلاً تحول *Candida versatulis* أو *C. echellsii* حمض الفيروليك وحمض ٤-أيدروكسي سيتاميك 4-hydroxy cynnamic acid في القمح إلى ٤-إيثيل جواياكول 4-ethylquiacol و ٤-إيثيل فينول 4-ethylphenol وهذا يحسن من جودة الشويو.

والخمائر السائدة في الهريس هي: *Pediococcus halophilus* ، *Z. rouxii* ، *C. versatilis* ، *C. echelsii*.

الضغط pressing

الهريس المتخمر يوضع في قماش والسائل يضغط تحت ضغط يصل أحياناً إلى ١٠٠ كجم/سم٢ لمدة ١-٣ أيام ويسمى الجزء السائل من الهريس شويو خام أو "ناماشويو nama shoyu" والمتبقي من الضغط يسمى كعكة شويو أو "شويو-كاسو shoyu-kaso" ويمكن إستخدامها كمضاف في تغذية الحيوان حيث تبلغ نسبة الرطوبة بها أقل من ٢٥٪.

التكرير refining

الشويو الخام يخزن في تنك ويفصل إلى ثلاثة طبقات: ١- راسب عند القاع. ٢- شويو رائق في النصف. ٣- طبقة زيتية أعلا. وهذه الطبقة تسمى زيت الشويو أو "شويو-أبورا shoyu-abura" وتزال بالصعق. والطبقة الوسطى وهي الشويو الرائق تسخن إلى ١١٥-١٢٠°م لمدة عدة ثوان في معادل حراري لقتل الخلايا الخضرية ومسخ الإنزيمات وتجليط البروتين وتكوين لون بني محمر وتكوين العبير ويرشح الشويو الرائق ويعبزج ويسوق.

جدول (٢): خواص الخمائر المستخدمة في تصنيع الشويو.

العامل	*Z. nouxii*		*C. versatilis*		*C. echellsii*	
	النمو	الأمثل	النمو	الأمثل	النمو	الأمثل
درجة الحرارة:						
ص كل صفر٪	< ٣٥	٣٠ – ٢٥	< ٣٥	٣٠ – ٢٥	< ٣٠	٣٥
ص كل ١٨٪	< ٤٢	٢٥	< ٣٥	٢٥	< ٣٣ – ٣٠	٣٠
جـيد						
ص كل صفر٪	٧ – ٣	٦,٠ – ٤,٥	٧ – ٣	٥,٥ – ٤	٧ – ٣	٥
ص كل ١٨٪	٥,٥ – ٣,٥	٥ – ٤	٧ – ٣	٥ – ٤	٧ – ٣	٥ – ٤
ص كل (٪ وزن/حجم)	< ٢٤ – ٢٦	-	< ٢٦	-	< ٢٦	-
نشاط الماء (ن م)	٠,٨١ – ٠,٧٨٧	-	< ٠,٧٨٧	-	٠,٧٨٧	
	ص كل ٪		ص كل ٪		ص كل ٪	
متطلبات الفيتامينات	صفر	١٨	صفر	١٨	صفر	١٨
ثيامين	غ	غ.س	ض	ص	س	ض
بنتوثينات الكالسيوم	ض	ض	غ	غ.س	غ	س.ض
بيوتين	ض	ض	ض	ض	ض	ض
اينوسيتول	س	ض	غ.س	غ.س	غ	غ.س

ض : ضروري　　س : مسرع　　غ : غير ضروري

جدول (٣): خواص *Pediococcus halophilus*

		النمو	الأمثل
كروية صغيرة موجبة لجرام والقطر ٠,٦–٠,٩ ميكرومتر، محبة للملوحة، غير هوائية اختيارية، سالبة للكتاليز، لاتكون اندول، لاتختزل النترات، غير متحركة، لاتكون جراثيم. **متطلبات الفيتامينات:** بيوتين، فيتامين ب٦، حمض النيكوتينيك، حمض البانتوثينيك. **متطلبات الأحماض الأمينية:** لوسين، ايزولوسين، فالين، حمض الجلوتاميك، أرجنين، هستيدين، تربتوفان، فينيل ألانين.	درجة الحرارة (°م)	٤٠–٢٠	٣٠–٢٥
	جـيد	٩,٠–٥,٥	٧,٠
	نشاط الماء	٠,٨٠٨–٠,٩٩	٠,٩٤–٠,٩٩
	ص كل (٪ وزن/حجم)	٢٤–٥	١٠–٥

الناتج

التحليل الكيماوى للشويو يظهر فى جدول (٤).

جدول (٤) التحليل الكيماوى لشويو كويكوتشى.

المكون	كويكوتشى	المكون	كويكوتشى	المكون	كويكوتشى
بوميه	٢١,٢٤	ثريونين	٣,١٢	**أحماض عضوية (مجم/سم)**	
ص كل (٪ وزن/حجم)	١٦,٣٠	ستين	غير مقدر	بيروجلوتاميك	٣,٦٧
نتروجين كلى (وزن/حجم)	١,٥٧	ميثيونين	١,١٧	لاكتيك	٧,٥٩
ايثانول (٪ حجم/حجم)	٢,٧٢	فينيل ألانين	٤,٤٣	خليك	١,٨١
لون (قيمة ى Y)	١,٧١	تيروسين	١,٢٣	فورميك	٠,٠٩
جـه	٤,٨	تربتوفان	غير مقدر	ستريك	غير مقدر
أمونيا (٪ وزن/حجم)	٠,١٦	حمض استياريك	٢,٥٨	سكسينيك	٠,٢٦
أحماض أمينية (مجم/سم)		حمض جلوتاميك	١١,٨٨	**سكريات (مجم/سم)**	
جليسين	٢,٥	أورنيثين	٠,٤٩	سكروز	غير مقدر
ألانين	٧,٠٥	ليسين	٤,٠٩	ريبوز	آثار
فالين	٤,٨٢	هستيدين	١,٦٧	مانوز	٠,٢٣
لوسين	٦,٥٧	أرجنين	٤,٣٤	فركتوز	غير مقدر
أيزولوسين	٤,٢٤	برولين	٤,٠٧	أرابينوز	٠,٨٣
سيرين	٤,٤٠			جالاكتوز	٢,٣٦
				زيلوز	٠,٥١
				جلوكوز	٩,٤٢

مركبات العبير والنهكة

aroma & flour compounds

وجد ٣٠٠ مركب طيار فى الشويو ومن بينها مركبات تشبه الكاراميل مثل الفيورانونات furanones والمركبات الفينولية تساهم فى نكهة الشويو.

٤-أيدروكسى ٢ (أو ٥) إيثيل ٥ (أو ٢) ميثيل ٣ (٢يد) فيورانون (أ.أ.م.ف)

4-hydroxy-2 (or 5)-ethyl-5 (or 2)-methyl-3 (2H) furanone (HEMF)

عزل ووجد أن له عبير حلو قوى ونكهة مشابهة للشويو وهو يوجد بنسب عالية فى الشويو (١٠٠ جزء فى المليون) ولم يوجد فى أى منتج آخر كما وجد مركبان قريبان منه: ٤ أيدروكسى ٢، ٥ ثنائى الميثيل -٣-(٢يد) فيورانون (أ.ثنا.م.ف)

4-hydroxy-2,5-dimethyl-3 (2H)-furanone (HDMF)

و ٤-أيدروكسى-٥ ميثيل-٣ (٢يد) فيورانون (أ.م.م.ت)

4-hydroxy-5-methyl-3 (2H)-furanone (HMMF)

وكمية أ.ثنا.م.ف منخفضة جداً وتبلغ ١٠ جزء في المليون ولكن كمية أ.م.م.ف توجد بنسبة عالية تبلغ ١٠٠ جزء في المليون. و أ.ثنا.م.ف يوجد في كثير من الأغذية مثل الأناناس والفراولة واللوز المحمص وشوربة البقر وفي كثير من الأنظمة/ النموذج/الموديل model systems مثل هدم الفركتوز والد د-جلوكوز (على درجة حرارة عالية) وتحميص الألانين والرامنوز كما يوجد أ.م.م.ف في شوربة البقر وتوت العليق البرى raspberries والجوافة وفي الأنظمة الموديل مثل هدم حمض ل-ديهيدرواسكوربيك وتحميص الجليسين والزيلوز. وقد تم إثبات تكون هذه المركبات من غير تدخل الإنزيمات.

ويعتقد أن أ.ثنا.م.ف ، أ.م.م.ف يتكونان في الشويو أثناء عمليات التسخين مثل تسخين المواد الخام وبسترة الجزء السائل من الهريس. في حين أن أ.أ.م.ف يعتقد أنه يتكون حيوياً من خلال دورة فوسفات البنتوز بواسطة خميرة الشويو.

وقد وجد أن المركبات الفينولية ٤-إيثيل جواياكول 4-ethylguaiacol و ٤- إيثيل فينول 4-ethylphenol لها إرتباطها بعبير الشويو وهي تأتي من حمض الفيروليك ferulic acid وحمض ٤-أيدروكسي سيانيميك في الكوجي بالتتابع بواسطة الخميرة *Candida* (توريولوبسيس Torulopsis) وعلى أساس التقدير الحسي فإن أمثل تركيز لل ٤-إيثيل جوايا كول هو ٠,٨ جزء في المليون. كما أن كثيراً من الألدهيدات مثل الايزوبيوتيرالدهايد isobutyraldehyde والايزوفاليرالدهايد isovaleraldehyde وغيرها تزيد أثناء البسترة. ومركبات النكهة في الشويو الياباني تظهر في جدول (٥).

جدول (٥): مركبات النكهة في الشويو الياباني.

مكون النكهة	التركيز (جزء في المليون)
الايثانول	٣١٥٠١,١٠
حمض اللاكتيك	١٤٣٤٦,٥٧
جليسرول	١٠٢٠٨,٩٥
حمض خليك	٢١٠٧,٧٤
أ.م.م.ف	٢٥٦,٣٦
٣،٢ بيوتانيديول	٢٣٨,٥٩
ايزوفاليرالدهيد	٢٣٣,١٠
أ.أ.م.ف	٢٣٢,٠٤
ميثانول	٦٢,٣١
اسيتول	٢٤,٦٠
لاكتات الايثايل	٢٤,٢٩
٦،٢ ثنائي ميثوكسي فينول	١٦,٢١
خلات الايثايل	١٥,١٣
ايزوبيوتيرالدهيد	١٤,٦٤
خلات الميثايل.	١٣,٨٤
كحول ايزوبيوتيل	١١,٩٥
كحول الفيرفيورال	١١,٩٣
كحول ايزواميل	١٠,٠١
اسيتوين	٩,٧٨
ن-كحول البيوتايل	٨,٦٩
أ.ثنا.م.ف	٤,٨٣
اسيتالدهايد	٤,٦٣
٢ ميثيل ايثانول	٤,٢٨
ن كحول البروبايل	٣,٩٦
اسيتون	٣,٨٨
ميثيونول	٣,٦٥
٢ اسيتيل بيرول	٢,٨٦
٤-ايثيل جواياكول	٢,٧٧
فورمات الايثايل	٢,٦٣
٤-بيوتانوليد	٢,٠٢
ميثيونال	١,٤٢
٤-ايثيل فينول	٠,٣٤
ثنائي ميثيل الكبريتيد	٠,٠٤

اللون color

لون شويو الكويكوتشى بنى محمر غامق وحساس جداً للأكسدة وهو ثابت إذا وضع فى زجاجات أو علب ولكنه يغمق بسرعة بعد الفتح. وأثناء التخمر فإن لون الشويو يأتى أساساً من تفاعلات بنية غير مؤكسدة وغير إنزيمية ولكن بعد الفتح فإنه يتسبب عن تفاعلات مؤكسدة بنية وغير إنزيمية بين الأحماض الأمينية والسكريات مما يعطى قيمة معنوية حسية أقل للشويو فهى تقلل من مركبات الجودة للنكهة مثل أ.أ.م.ف ، أ.م.م.ف وزيادة فى مركبات النكهة غير المرغوبة مثل الايزوبيوتريك والايزوفاليريك وعديد من البيرازينات. ويحسن تخزين الشويو مبرداً.

الأمان safety

لاينتج أى أفلاتوكسين aflatoxin فى الشويو والتسمم الحاد يحدث من علو محتوى الصوديوم.

الطفرات mutagens

لم تتكون طفرات عند معاملة الشويو بتركيزات من النتريت يمكن أن تدرك فى الفم أى حوالى أقل من ٥٠ جزء فى المليون وإن تكونت الطفرات عند تركيز ٢٠٠٠ جزء فى المليون عند رقم جيـ ٣. وبذلك أمكن الوصول إلى أن الشويو لايمكن أن يكون مسبباً للطفرات.

(Macrae)

❖ **ألبان متخمرة fermented milks**

◈ **اللبن الأسيدوفلى acidophilus milk**

اللبن الأسيدوفلى هو لبن معقم تقريباً ثم لقح بمزرعة نقية من واحدة أو أكثر من سلالات البكتريا *Lactobacillus acidophilus* وتم تخمره تحت ظروف مثلى تحابى نمو وتطور عدد كبير من هذه الكائنات والناتج له طعم حامضى وتلازج كثيف خفيف.

• **منتجات اللبن الأسيدوفلى**

اللبن الأسيدوفلى واحد من عدة منتجات تحتوى *L. acidophilus* أو مع كائنات أخرى كما يتضح من الجدول (١).

والـ *L. acidophilus* مع *L. casei* قد وصفت بأنها لاكتوباسيلى أمعاء حيث يمكنها البقاء والنمو وإنتاج مواد مضادة للممرضات المعوية. والـ *L. acidophilus* هى بكتيريا متجانسة التخمر homofermentative وتنتج د-ل-حمض لاكتيك وهى من العصيات الموجبة لجرام مع نهايات مستديرة وتوجد وحدها أو فى أزواج أو سلاسل قصيرة وهى ليست لها أسواط nonflagellated وغير متحركة ولاتكون جراثيم ولاتقاوم الملح وحجمها يبلغ من ٠,٦ - ٠,٩ × ١,٥ - ٦,٠ ميكرومتر. وهى عزلت إصلاً من براز الأطفال ولكنها توجد فى فم ومهبل الصغار والكبار. وتوصف بأنها بكتيريا معوية محبة للحرارة thermobacterium intestinale التى لاتنمو على ١٥°م وبعض السلالات لاتنمو على ٢٢°م إنما النمو يمكن أن يوجد على ٤٥°م ودرجة الحرارة

المثلى ٣٥ – ٣٨°م . وهى تتحمل الحمض من ٠,٣٪ – ١,٩٪ حموضة منقطة مع جـ$_{يد}$ أمثل ٥,٥ – ٦,٠ وبالرغم من أنها منتشرة فى الطبيعة إلى أنها كانت دقيق كريه الطعم fastidious وله متطلبات غذائية معقدة من بينها الخلات وحمض النيكوتينيك والريبوفلافين وبنتوثينات الكالسيوم وهو ينمو ببطء فى اللبن.

جدول (١):

الناتج	الكائنات الحية الدقيقة
اللبن الأسيدوفيلى	*Lactobacillus acidophilus*
لبن اسيدوفيلى – خميرى	*L. acidophilus, Saccharomyces fragilis, S. cerevisiae*
لبن اسيدوفيلى – مخيض اللبن	*L. acidophilus, Lactococcus lactis, L. lactis subsp. cremoris, L. lactis* biovar. *diacetylactis, Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*
أقراص اسيدوفيلس	*L. acidophilus, Bifidobacterium bifidum*
معجون اسيدوفيلى	*L. acidophilus*
اسيدوفيلس زبادى	*L. acidophilus, L. delbrueckii subsp. bulgaricus, Streptococcus thermophilus*
أسيدوفيلس–بيفيدس زبادى	*L. acidophilus, Bif. bifidum, L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus, St. thermophilus*
بيوجارد biogard	*L. acidophilus, Bif. bifidum, St. thermophilus*
بيوجورت bioghurt	*L. acidophilus, St. thermophilus*
بيوكيس biokys	*L. acidophilus, Bif. bifidum, Pediococcus acidilactic*
كولتورا cultura	*L. acidophilus, Bif. bifidum*
اسيدوفيلس حلو	*L. acidophilus*
ياكولت yakolt	*L. acidophilus, Bif. bifidum, Bif. breve, L. casei*

• طرق الإنتاج

– اللبن الأسيدوفلى: أن تعقيم اللبن أثناء التكاثر ضرورة للمحافظة على النقاوة والحيوية وهى حساسة لمستويات الحموضة فهى تحتاج لـ جـ$_{يد}$ أمثل من ٥,٥ – ٦,٠ فتحت جـ$_{يد}$ ٥ تنقص إعدادها.

والمزارع النقية التجارية يحصل عليها مجفدة أو ككتلة حيوية biomass مبللة تحتوى ٥٠ × ١٠^{١٢} كائن حى حيوى/مل. ويستخدم اللبن المعقم لتوالد المزارع الأم فعند تعقيم اللبن يبرد إلى ٣٧°م ويلقح بالمزرعة التجارية ويحضن إلى حموضة تنقيط ٠,٦ – ١,٠٪ حمض لاكتيك.

ويستخدم لبن كامل أو مفرز جزئياً ويعقم إلى ٩٥°م لمدة ساعة ثم يبرد إلى ٣٧°م ويترك لمدة ٣ – ٤ ساعات لتشجيع نمو الجراثيم التى بقيت بعد

المعاملة الحرارية الأولية ثم يسخن اللبن لهدم الخلايا الخضرية ثم يبرد مرة ثانية إلى ٣٧°م ويلقح بـ ٢-٥٪ من المزرعة النشطة ويترك اللبن ليختمر وأثناء التخمر تراقب الحموضة بدقه بحيث أنه بعد التبريد الناتج النهائى له جـيد ٥,٥ - ٦,٠ وعد بكتريولوجى ٢ - ٣ × ١٠⁹ وحدات مكونة لمستعمرات/مل من اللبن. وبعد التخمر يبرد الناتج إلى ٥ - ١٠°م ويخزن على هذا المدى من درجات الحرارة ويوزع.

- المنتجات الأسيدوفيلية
acidophilus products

أحدها وهو لبن الأسيدوفيلس-خميرة هو لبن مختمر قديم وتقليدى فى روسيا وهو مشروب لبنى حمضى ويحضر بتلقيح ٣ - ٥٪ من بادىء إسيدوفيليس-خميرة فى لبن معقم تقريباً (٩٠ - ٩٥°م لمدة ١٠ق) ويبرد إلى ٣٥ - ٤٠°م ويلقح ويخلط ويعبزج bottled ويخزن على ٣٠°م حتى يتجلط. والمزرعة تتكون من بكتيريا الأسيدوفيليس والخمائر المخمرة للاكتوز التى تحضر منفصلة ولاتخلط إلا قبل تلقيح اللبن وتختار هذه الكائنات لمقدرتها على إنتاج المذاق المرغوب فى الناتج ولمقدرتها على تكوين الكحول ولمقدرتها على مقاومة البكتيريا خاصة الحموضة ومنها *Mycobacterium tuberculosis* ويوصف الناتج النهائى بأنه لزج خفيف حبلى وفوار نظراً لخروج ك أ٢ وحمضى نوعاً فى المذاق مع عبير خميرى متميز.

ومنتجات الزبادى الأسيدوفيلى مثل الأسيدوفيليس زبادى والأسيدوفيليس-بيفيدس زبادى والبيوجاردى والبيوجورت يضاف منها *L. acidophilus, Bifidobacterium bifidum* لمزرعة الزبادى أثناء صناعتة واللبن يقوى بمنشطات للنمو فى المزارع المتعددة وليكون العدد الكافى من البكتريا فى الناتج النهائى.

واللبن الأسيدوفيلى الحلو (وأقراص الأسيدوفيليس) يصنع بإضافة كتلة من خلايا مركزة جداً من *L. acidophilus* إلى لبن مبستر (٥×١٠⁶/مل لبن) ويخزن الناتج على ٥°م حيث لاينمو *L. acidophilus* ولايحدث أى تخمر ويبقى الناتج حلوا وله خواص عضوية حسية للبن الطازج المبستر.

أما أقراص الأسيدوفيليس فهى محضرات مجفدة للـ *L. acidophilus* وتحتوى على ٢× ١٠⁹ من هذه الكائنات فى كل قرص وهى تصنع من لبن فرز ولاكتوز ويمكن إستخدام *Bif. bifidum* معه.

• خواص الجودة **quality aspects**

يرجع تفضيل اللبن الأسيدوفيلى لخواصه العلاجية وليس لخواصه الحسية ومن هنا كان اللبن الأسيدوفيلى الحلو حيث يمكن التمتع بمذاق اللبن المبستر وفى نفس الوقت إبتلاع كميات كبيرة من مزرعة أسيدوفيليس.

• القيمة الغذائية **nutritional value**

يتم هضم البروتين والدهن والكربوايدرات (لاكتوز) أثناء تخمر حمض اللاكتيك ويزداد المحتوى من الأحماض الأمينية الحرة. واللاكتوز يتحول إلى حمض لاكتيك والإنزيم لاكتاز الذى يوجد فى الـ *L. acidophilus* يستطيع كسر اللاكتوز فى القناة

الهضمية بحيث يكون الناتج أحسن للأشخاص الذين يعانون من هضم اللاكتوز.

وعادة تركيز الفيتامينات أقل في اللبن الأسيدوفيلي والمنتجات الأخرى فيما عدا حمض الفوليك الذي يزيد بهذا التخمر. وقد وجد أن بعض سلالات *L. acidophilus* تستطيع تخليق حمض النيكوتينيك والاسكوربيك وفيتامين ب١٢ وحمض الفوليك. وإمتصاص المعادن كالكالسيوم والحديد يزيد في الألبان المختمرة حيث يساعد حمض اللاكتيك على تأينها وهي مصادر ممتازة للكالسيوم بسبب تركيزها العالي وإتاحتها بيولوجياً.

• **الخواص العلاجية therapeutic properties**

أمكن أن يثبت في ١٩٢١ أن الـ *L. acidophilus* يمكنها أن تزرع نفسها في القناة الهضمية. ولكن الخواص العلاجية يصعب اظهارها إذا لم تقابل الإحتياجات الغذائية والتنموية للـ *L. acidophilus* وقد عزلت مثبطات منها اللاكتولين lactolin واللاكتوسيدين lactocidin والأسيدولين acidolin والأسيدوفيلين acidophylin ومركبات أخرى لم تعرف ولم يعرف هل هذه مركبات منفصلة أو أسماء لشيء واحد ولكن بالرغم عن ذلك ومن عدم التأكد فإن المنتجات الأسيدوفيلية لها خواص غذائية وعلاجية وهي تتلخص في الجدول (٢).

جدول (٢): الخواص العلاجية لمنتجات اللبن الأسيدوفيلي.

الخاصية العلاجية	السبب
هضم أحسن	تكسر البروتين والدهن والكربوايدرات الجزئي
نمو أحسن	تحسن الإتاحة الحيوية للمغذيات
تحمل اللاكتوز	نقص اللاكتوز في الناتج ووجود إنزيم اللاكتاز
نشاط ضد الكائنات الدقيقة	الحموضة ومثبطات الكائنات الدقيقة
مضاد للسرطنات	تثبيط تكون المسرطنات وتثبيط الإنزيمات المشجعة على السرطان وتشجيع جهاز المناعة
مضاد للكوليسترول	إنتاج مواد مثبطة لتخليق الكوليسترول
مستعمرات في الأمعاء	يقاوم الحمض المعوى ويقاوم الليسوزيم وإنخفاض التوتر السطحي في الأمعاء ويلتصق بمخاط الأمعاء وينمو
تنشيط الجهاز المناعي	يحسن من تكون لاقطات الجراثيم macrophage formation وتنشيط إنتاج خلايا القمعية suppressor cells وجاما إنتروفيرون γ-interferon
إطالة الحياه ؟	يقلل من التعفن المعوى والتسمم الذاتي anti-intoxication

(Macrae)

◈ الزبادى yoghurt

ينتج اليوجورت فى الأماكن الدافئة حول البحر الأبيض المتوسط منذ مئات من السنين على شكلين شكل متماسك وتركيب جل مع نكهة أروماتية حمضية خفيفة وشكل مقلب له تلازج كريمة مزدوجة وخلفية من نكهة الزبادى مع إضافة فاكهة أو نكهات وسكر وكلاهما ينتج بنفس الطريقة تقريباً.

• طريقة الإنتاج

عادة ينتج من لبن البقر إما لبن بقر كامل >٣,٥٪ دهن لبن أو لبن فرز ٠,٥ – ١,٠ ٪ دهن لبن بالرغم من أن لبن الثدييات الأخرى مثل الضأن والجمل والجاموس يمكن إستخدامها فى التخمر. كما يمكن إستخدام لبن الماعز وإن كان المستوى العالى للبيتا–كازين فإن الجلطة المتكونة نتيجة التخمر تكون أنعم بكثير عن الألبان الأخرى ولذا فإن الناتج النهائى ينقصه "شعور الفم mouth feel" للزبادى العادى ولايجد ترحيباً إلا مع المستهلكين الذين هم حساسون للبن البقر.

وقد يكون دهن اللبن موجوداً أو غائباً ولكن الخاصية الحرجة هى مستوى المواد الصلبة غير الدهنية وهى حوالى ٨,٥ – ٩,٥٪ فى لبن البقر: ٤,٥٪ لاكتوز ٣,٣٪ بروتين (منها ٢,٦٪ كازين و ٠,٧٪ بروتينات شرش) و٠,٧ أملاح معدنية. واللاكتوز يعطى الطاقة اللازمة لبكتيريا البادىء والبروتين مع المعادن مثل الكالسيوم والفوسفور لاتكون كافية لإعطاء التركيب الأساسى للجل ولذا فإن أول خطوة فى إنتاج الزبادى هى رفع نسبة المواد الصلبة غير الدهنية إلى ١٢ – ١٧٪.

وفى المصانع الصغيرة ينقل اللبن إلى وعاء المعاملة وتزاد المواد الصلبة الكلية غير الدهنية بإضافة مسحوق لبن فرز وفى المصانع الكبرى يمكن الوصول إلى نفس النتيجة بالتبخير تحت فراغ أو بإستخدام الترشيح الفائق وإضافة مسحوق اللبن الفرز يزيد من مستويات المواد الصلبة غير الدهنية بينما يركز التبخير تحت فراغ كل المكونات والترشيح الفائق ultra-filtration يزيد إختياريا مستويات البروتين والدهن وهذه الإختلافات تؤثر على الخواص العضوية الحسية للناتج النهائى.

ويتم هنا إضافة المذيبات لزبادى الفاكهة المقلب ومخاليط المواد مثل الجيلاتين والنشا المحور أو البكتين يكثر إستخدامها وقد يضاف السكروز ليمكن التخلص من أى خمائر أو فطر موجود فى السكر بالمعاملة الحرارية التى ستجرى بعد ذلك ولكن السكر يجب ألا يزيد عن ٧ – ١٠٪ لأنه قد يسبب مشاكل فى خطوة التخمر وهذا يحدث إذا زادت نسبة المواد الصلبة عن ٢٠ – ٢٢٪. وهنا يتم تجنيس اللبن كامل الدسم على ٥٠ - ٥٥°م وضغط حوالى ١٣,٧٩ مليون باسكال أما اللبن الفرز فالتجنيس يعتبر إختياريا إلا إذا كانت المثبتات قد أضيفت وتأثير العملية هى خفض متوسط قطر حبيبة الدهن إلى أقل من ٢,٠ ميكرومتر كما ينتج الآتى: ١- منع إنفصال الكريمة أثناء تحضين الزبادى كامل الدهن المنعقد. ٢- تحسين "إبيضاض" الزبادى من خلال زيادة تشتت الضوء بواسطة حبيبات الدهن الصغيرة. ٣- تحسين لزوجة الزبادى المقلب نظرا لزيادة إمتزاز حبيبات الدهن على التجمع الغروى لجزيئات micelle الدهن. ٤- ضمان

دخـول المكونـات الجافـة. ٥- تقليـل حـدوث أي إحتفاظية فى الزبادى المنعقد.

ثم يتبع ذلك المعاملة الحرارية بإمرار اللبن فى مبادل حرارى طبقى لرفع درجة الحرارة إلى ٩٥°م ويحتفظ على هذه الدرجة لمدة ١٠ - ١٥ق وفى المصانع الصغرى فإن اللبن قد يسخن فى الوعاء الذى تم فيه إضافة الزيادة من المواد الصلبة غير الدهنية وفى هذه الحالة فإن اللبن يسخن إلى ٨٥°م لمدة ٣٠ق. وعلى العموم فإن المعاملة الحرارية لها الخواص الآتية:

١- تقلل من الحمل البكتيرى بما فيه الممرضات وبذا فإن مزرعة البادىء يقل التنافس عليها من الكائنات العارضة.

٢- تغير من الخواص الفسيوكيماوية للكازين وتمسخ بروتينات الشرش. وهذا المسخ وخاصة بيتا لاكتوجلوبيولين β-lactoglobulin تصبح متصلة بالتجمع الغروى لجزيئات الكازين وبذا تحسن من قوام الزبادى المنعقد أو لزوجة الزبادى المقلب وينتج جلطة متجانسة متماسكة والتى تحتفظ بالوسط المائى بين شبكة البروتين وبذا يقل خطر طرد الشرش من الناتج النهائى (وكثيراً ماتوصف باندغام الجل).

٣- تقلل من ضغط الأكسجين فى اللبن وبذا تشجع نمو بكتيريا البادىء ذات الاحتياجات الهوائية القليلة microaerophilic حيث تفضل آثاراً من الأكسجين.

٤- وهى تضر - إلى حد محدود - بروتينات اللبن ونواتج هذا الضرر تعمد إلى تنشيط مزرعة البادىء.

• **الكائنات الدقيقة فى العملية**

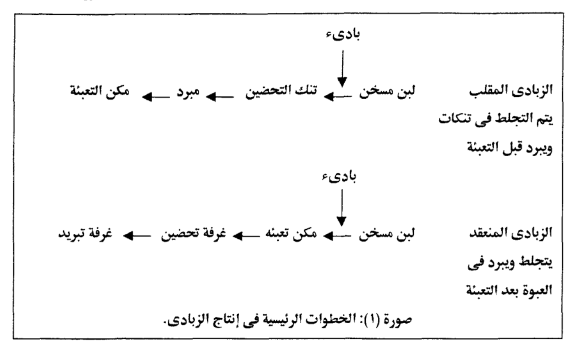
وبعد التسخين يبرد اللبن إلى ٤٢°م قبل التحضين بواسطة مزرعة تتكون من أعداد متساوية من *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* (وعادة تعرف باسم *S. thermophilus*) و *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (وتعرف باسم *L. bulgaricus*). والكائنان يتفاعلان تآزرياً و *S. thermophilus* تطلق ك أ٢ وربما حمض فورميك والذى ينشط نمو وأيض *L. bulgaricus* والنشاط البروتيوليتى للأخير يطلق الأحماض الأمينية من بروتينات اللبن وهذه ضرورية للتطور السريع للستربتوكوكاى وبذا يتم:

١- كلا النوعين يؤيض بنشاط تحول اللاكتوز إلى حمض لاكتيك بحيث أن التخمر ينتهى فى ٣ - ٤ ساعات (وعدد الساعات التى يأخذها عدد مماثل من خلايا نوع واحد فقط هو ١٥ - ١٦ ساعة لإعطاء نفس النتيجة).

٢- الأيضات التى يحررها النوعان وخاصة الأسيتالدهيد (٤٠ مجم/كجم) تعطى الزبادى نكهة مختلفة عن أى لبن متخمر آخر.

٣- يمكن لبعض سلالات هذين النوعين إنتاج كميات ملحوظة من عديد السكر مثل الجلوكانات ووجود هذه الأيضات يحسن من

اللزوجـة وبعـد تلقيـح اللـبن فـإن يمـر خـلال طريقين كما هو موضح فى الصورة (١).



صورة (١): الخطوات الرئيسية فى إنتاج الزبادى.

وفى كلتا الحالتين فإن اللبن يحتفظ به على ٤٢°م وقد أختيرت درجة الحرارة هذه لتكون وسطاً بين ٣٩°م وهى المثلى لـ *S. thermophilus* و ٤٥°م وهى المثلى لـ *L. bulgaricus* ويستخدم تحضين طول الليل على ٣٠°م فى المصانع الصغرى.

وعندما يبتدىء التخمر فإن *S. thermophilus* تزيد بسرعة بحيث بعد ساعتين قد تظهر ٦/٥ مرات زيادة على أعداد *L. bulgaricus* وأثناء الساعتين التاليتين يزيد نمو وأيض *L. bulgaricus* وبعد ٤ ساعات يصبح كلاهما تقريباً فى نفس الأعداد والنتيجة النهائية أنه عند تمام التخمر تكون حموضة اللبن قد وصلت إلى ١,٢ - ١,٤٪ حمض لاكتيك و جيد ٤,٢ - ٤,٣ فإن العد الكلى للبادىء قد يزيد على ٢٠ × ١٠^٨ خلية/مل.

وعند هذه الحموضة تكون بروتينات اللبن قد تجلطت لتكوين جل ويجب تبريد الناتج لتجنب أى حموضة زائدة. وإذا لم يتم ضبط هذا فإن: ١- الناتج قد يكتسب مذاقاً حمضياً حاداً ٢- أن جل البروتين قد يبتدىء فى الإنكماش بسبب إنفصال الشرش كطبقة على سطح الزبادى وهذا الشرش يمكن بالطبع تقليبه مرة أخرى فى الناتج ولكن هذا غير مجدى فى الزبادى المنعقد.

• **المعاملة النهائية**

الزبادى المنعقد يمكن تبريده بنفخ هواء بارد مابين العلب فى حجرة التحضين أما الزبادى المقلب فيحتاج إلى إمرار ماء مبرد ٢°م خلال جاكتة الوعاء بحيث يبرد من ٤٢°م إلى ٢٠°م. وفى المصانع الكبيرة يمكن تبريده بضخه خلال مبردات

طبقية أو أنابيبية. وبعد أن يبرد إلى ٥٠°م فإن مزرعة البادىء يقف نشاطها الأيضى والزبادى المنعقد توضع كرتوناته على درجة حرارة ٤ - ٥°م أما الزبادى المقلب فإن درجة حرارة < ٢٠°م تصلح لإدخال هريس الفواكه أو مكونات النكهة الأخرى فى أساس الزبادى بنسبة حوالى ١٠٪ لأن مكونات النكهة (الفاكهة) يجب ألا تسود على الزبادى وهذه الفاكهة يجب أن تكون خالية من أى شوائب جراثيم خميرة أو فطر. وتعبأ فى أوعية عديد إيثيلين/عديد إستيرين وتقفل برقائق الألومنيوم أو أغطية أخرى. ويحفظ الناتج على ٢ - ٤°م أثناء التخزين والتوزيع.

• **الجودة**

إن المعاملة الحرارية التى تستخدم فى تصنيع اللبن مع جـ يد المنخفضة تجعل من الزبادى عامل أمان لأن أى من الممرضات المعروفة لاينمو أو حتى يبقى تحت جـ يد أقل من ٤,٣ كما أن الأيضات من كائنات الزبادى يمكنها أن تقلل من حيوية كثير من الممرضات المعوية enteric مثل *Campylobacter* ، *Escherichia* ، *Salmonella* spp. ولكن الفساد يمكن أن يتم من الخمائر التى يمكنها أن تقاوم الأحماض أو أحياناً الفطر mould أو من خلال زيادة الحموضة إذا سمح للبادىء بالإستمرار على درجة حرارة ٥°م. فالخمائر كالـ *Candida* أو *Saccharomyces* spp. ترتبط بتكوين الغازات فى زبادى الفاكهة. أما فى الزبادى الطبيعى فإن اللاكتوز هو المصدر الأساسى للطاقة ولما كانت الخميرة لاتستطيع عادة تخمير اللاكتوز فإن أهم شىء هو

Kluyeromyces marxianus var. *lactis* or *K. marxianus* var. *marxianus*

والتى تنمو على السطوح وتستخدم اللاكتوز. فالمهم هو العناية بعدم وجود هذين الكائنين بعد المعاملة الحرارية. وينصح ألا يكون للزبادى فى تجارة التجزئة أكثر من ١٠ وحدة مكونة لخلايا خميرة/جم وهذا الرقم يطبق أيضاً فى حالة الفطر حيث يمكن للـ *Rhizopus* ، *Mucor* spp. ، *Pnicillium* أو *Aspergillus* أن تنمو على سطح الكرتونات. ويمكن فى البلاد الدافئة تقليل وقت البيع من ٢ - ٣ أسابيع إلى ٤-٥ أيام أو إذا سمحت القوانين يستخدم حمض سوربيك عادة كسوربات البوتاسيوم بمعدل ٣٠٠ مجم/كجم. وهذا العطان مؤثر جداً ضد الخميرة ولكن لايؤثر على بكتريا البادىء وهذا هام لأنه بالتعريف فإن الزبادى يجب أن "يحتوى على بكتريا حية من أصل البادىء" وأى تدخل فى معاملة الزبادى يجب أن يعرف به المستهلك ونفس الشىء بالنسبة للنواتج المبسترة بعد طور التخمر فيجب إعلانها على العبوة.

وزيادة الحموضة هى نتيجة تخزين سىء وقد أقترح أن زيادة الحموضة يمكن أن تضبط على الأقل فى الزبادى المقلب أثناء التخزين بإضافة النيسين (مضاد حيوى) مع إعلان المستهلك على الروشم.

وأوجه الجودة الأخرى مثل المظهر والنكهة أو القوام ومنها "شعورالفم" يمكن أن تضبط عن طريق هيئات المذاق أو بطرق أخرى أكثر موضوعية مثل

لزوجة الزبادى المقلب أو قوة الجل فى الزبادى المنعقد. (Macrae)

منتجات أساسها الزبادى
yoghurt-based products

❖ طرق الإنتاج

• البسترة

يسخن الزبادى فى المناطق الريفية فى الشرق الأوسط على نار خفيفة لعدة ساعات والناتج يسمى "لبن مدخن" وإستخدام الحرارة يثبط كائنات مزارع البادىء وإنزيماتها وكذلك أى بكتريا وخمائر وفطر غير مرغوب وهذا يساعد على حفظ الزبادى لعدة أسابيع حتى يصل إلى السوق أو أن الزبادى الساخن يوضع فى برطمان نظيف ويغطى بطبقة من زيت الزيتون أو شحم البقر بحيث يمكن حفظه خلال أشهر الشتاء.

وفى المصانع فإن الزبادى الطبيعى وزبادى الفاكهة والمنكه وزبادى الشرب يعرض لمعاملة حرارية بعد التخمر لزيادة عمر الرف ودرجة الحرارة والزمن المستخدمان يتوقفان على: ١- مستوى الحموضة. ٢- طريقة التسخين والتعبئة. ٣- ظروف التخزين. فيسخن الزبادى فيما بين ٦٠ - ٨٥°م لمدد قد تصل إلى ٥٠ق وفى كثير من الأحيان فإن التسخين قد يتم تحت ضغط يبلغ ٠.٢ مليون باسكال أما أنواع الزبادى الأخرى فإما أن تبستر أو تحفظ بالمعاملة بدرجة الحرارة الفائقة Ultra-high treatment (UHT) أى تسخن على ٦٥ إلى > ١٠٠°م لمدة ٥٠ ثانية (جدول ١).

جدول (١): حفظ الزبادى بالبسترة أو درجة الحرارة الفائقة.

درجة الحرارة	التعبئة	عمر الرف/التخزين
بسترة منخفضة	ساخن	عدة أسابيع/بارد
بسترة عالية	بارد/مطهر aseptic	عدة أسابيع/بارد أو درجة حرارة الغرفة
درجة الحرارة الفائقة	ساخن/مطهر aseptic	عدة شهور/درجة حرارة الغرفة

والتسخين بعد التخمر يسبب فصل فى الزبادى للطور المائى من جسيمات الكازين المعلقة ويرجع هذا إلى تجمع/تجفيف للكازين بسبب التسخين عند نقطة التكاهر isoelectric point (جهد ٤,٦) ويمكن تجنب ذلك بإضافة أيدروغرويات مثل البكتين والألجينات وكربوكسى ميثيل سيليولوز أو بروبيلين جليكول وهى عليها شحنات سالبة فعند إضافتها للزبادى قبل طور المعاملة الحرارية فإنها تتفاعل مع الكيزين الذى يحمل شحنات موجبة تحت نقطة التكاهر وبذا يتجنب فصل الطورين فى الناتج.

• التركيز

الزبادى المركز محبوب فى الشرق الأوسط وله عدة أسماء فَلَبْنَة فى معظم البلاد العربية وماست فى العراق ولبن الزير فى مصر وتات فى أرمينيا وزبادى

يونانى فى المملكة المتحدة وزبادى جبن فى بعض أنحاء العالم. وبعض البلاد التى تنتج منتجات شبيهة مستخدمة البكتريا المحبة للحرارة المتوسطة أو المحبة للحرارة mesophilic & thermophilic و/أو مزارع بادئات خميرة تخمر اللاكتوز هى الدانمارك حيث ينتج الأمير ymer والتشاكا chakka وشيركاند shirkhand فى الهند وفى أيسلندا سكير skyr. والطريقة التقليدية أو الريفية تتلخص فى تصفية الزبادى الطبيعى فى كيس من قماش أو جلد حيوان أو فخار والطريقة بالقياس مع الصناعة بطيئة وتستخدم عمال كثيرين labour-intensive وغير صحية وتعطى ناتجاً منخفضاً نظراً للمتبقيات التى تترك فى الكيس. وتحليل اللبنة فى السعودية ولبنان يتراوح مابين ٢٢ - ٢٦٪ مواد صلبة كلية و ٧ - ١٠٪ دهن.

• الطريقة التقليدية traditional process

الزبادى الطبيعى البارد يقلب وينقل إلى أكياس من قماش تحتوى ٢٥ كجم وهذه ترص فوق بعضها رأسياً فى غرفة باردة ثم يجرى الضغط لمدة ١٢ - ١٨ ساعة وفى اليوم التالى فإن المنتج المركز يفرغ فى سلطانية للخلط حيث يخلط إلى قوام متجانس قبل التعبئة. وإستخدام ضغط أكثر ومدة أطول للتخلص من الشرش يعطى ناتجاً يحتوى ≥٣٠٪ مواد صلبة كلية ويعرف بإسم زبادى جبن وهذا الناتج المركز يمكن أن يشكل على هيئة كرات ويوضع فى برطمان ويحفظ فى الزيت ويمكن أن يضاف إليه توابل وأعشاب قبل تشكيله (بعد التركيز) ويسمى تشانكليش chanklish فى لبنان. وإذا عمل من لبن الماعز فإنه يعرف بإسم لبنة أناباريس labneh anbaris.

• الفاصلات الميكانيكية

mechanical separators

إنتاج الزبادى المصفى بالطرد المركزى للزبادى المسخن يتم بإستخدام فوهة فاصل كوارج Quarg separator ويجب إستخدام لبن فرز لإنتاج الزبادى واللبن المتخمر يقلب بشدة ويسخن إلى ٦٠°م ويبرد إلى ٤٠°م ويركز إلى ١٨٪ مواد صلبة كلية ويبرد إلى ١٢°م ويخلط مع كريمة ثم يعبأ وإذا أستخدم لبن كامل فإن الفوهات فى الفاصلات تسد وإن أمكن بتحسين الفاصلات إستخدام اللبن الكامل، وبعد التحميض إلى جيد ٤,٦ - ٤,٨ فإن اللبن المتخمر يسخن إلى ٦٠°م لتثبيط المزرعة وضبط مستوى الحموضة ثم يهوى لمدة ١٥-٢٠ ق للمساعدة فى فصل الشرش فى الفاصل. ثم تنقله مضخة طاردة مركزية centrifugal pump إلى مصفى مزدوجة لكسر الكتل قبل دخوله الفاصلات. والناتج المركز الذى يترك الفاصلات يخلط بالمنكهات مثل الملح والأعشاب ومنكهات الفاكهة (إختيارى) ويبرد ويعبأ. وتكوينه الكيماوى حوالى ٢٤٪ مواد صلبة كلية، و٩,٦٪ دهن (٤٠٪ دهن فى المواد الجافة) أما الشرش فبه ٦,١٪ مواد صلبة كلية وتتكون أساساً من لاكتوز ومعادن وأيضاً ٠,٥٪ دهن. وتبلغ مقدره هذه الفاصلات ٦,٥طن/ساعة ويتوقف ذلك على تكوين اللبن المستخدم وحموضة اللبن المتخمر قبل التركيز.

• الترشيح الفائق ultrafiltration

استخدم نظامان من الترشيح الفائق في إنتاج الزبادي المصفى. في الأول اللبن المعاير يركز في ترشيح فائق إلى تركيز للمواد الصلبة المرغوب قبل التجنيس والمعاملة الحرارية والتخمر والثاني فالزبادي وهو دافيء (٤٠°م) يركز بالترشيح الفائق ففي الطريقة الأولى يخمر السائل الناتج من الترشيح الفائق في وعاء التجزئة - كما في إنتاج الزبادي المنعقد - والتماسك يكون أكبر عن المنتجات المصنوعة بالطريقة التقليدية (كيس القماش) أو بالترشيح الفائق للزبادي الدافيء ولكن عند كسر المنتج وتنعيمه بإمراره خلال مجنس خثرة لاكتيك فقد أظهر الزبادي علامات إندغام جل الشرش وحدث نقص شديد في تماسكه وهذا مالم يوجد في الأنواع من الزبادي المصفى والمنتج يجب معاملته بطريقة مختلفة للتغلب على هذه العيوب.

وجودة الزبادي الدافيء المصفى المصنوع بالترشيح الفائق يشبه المنتج بالطريقة التقليدية من حيث المطاطية والتماسك والتركيب. وخطوات التصنيع هي: ١- إنتاج الزبادي من لبن كامل. ٢- الترشيح الفائق للزبادي على ٣٥ - ٤٥°م بإستخدام نظام الدفعات أو نظام عديد المراحل. ٣- خلط الفواكه (إختياري) والتعبئة. ٤- التبريد في عبوة التجزئة إلى <١٠°م. والمواد الصلبة تتكون تقريباً من اللاكتوز والأحماض العضوية والمعادن ولايوجد فقد للدهن والفقد في النتروجين غير البروتيني منخفض الوزن الجزيئي يكاد لايذكر

والترشيح الفائق يمكن أن يتم بالخطوات الآتية: اللبن المعاير إلى ١٢,٥٪ مواد صلبة كلية ، ٣,٥٪ دهن مثلاً يسخن الى ٦٠°م ويجنس على ١٤,٧ مليون باسكال ويسخن في مبادل حراري طبقي plate heat exchanger إلى ٩٥°م لمدة خمسة دقائق في تنك قبل تبريده إلى ٤٠ - ٤٥°م في مبادل حراري طبقي وبعد فترة التخمر فإن الزبادي الدافيء يسخن إلى ٥٨ - ٦٠°م لمدة ٣ق في مبادل حراري طبقي ومبرد إلى ٤٠°م ويركز في ٢ - ٤ أطوار من الترشيح الفائق ويبرد في مبرد طبقي إلى ٢٠°م ثم يعبأ. ويمكن تعديل الترشيح الفائق ذي الأطوار الأربعة بحيث يكون تركيز الزبادي ١٤، ١٦، ١٩، ٢٢٪ مواد صلبة كلية.

• الزبادي من مكونات الألبان

يمكن تكوين الزبادي المصفى من مكونات الألبان والعملية تتضمن إعادة تكوين مساحيق اللبن الكامل أو اللبن الفرز والمحتفظ به retentate و/أو الكيزينات في الماء وخلطها مع دهن لبن غير مائي anhydrous milk fat أو زبد أو مثبت وملح إذا كان مرغوباً. واللبن المتكون يتداول ويعامل كما في إنتاج الزبادي. وبعد فترة التخمر يبرد اللبن مبدئياً إلى ٢٠°م ويعبأ والتبريد النهائي إلى ٥°م يحدث في مخزن التبريد. والجدول (٢) يعطي تكوين اللبن الكامل واللبن منخفض الدهن.

جدول (٢): تكوين اللبن الكامل والمنخفض فـى الدهن وزن/وزن.

المكون	لبن كامل	لبن منخفض الدهن
دهن	١٠,٠	٤,٢
مواد صلبة غير الدهن	١٣,٨	١٧,٤
ملح	صفر	٠,٥
كريمودان موس	٠,٨	٠,٩
المواد الصلبة الكلية	٢٦,١	٢٣,٠

وأحد هذه الألبان كان له التركيب: مواد صلبة كلية ٢٤,٢٣٪ وبروتـين ٥,٦٠٪ ودهـن ١٠,٩٪ والكربوايـدرات (بـالفرق) ٧,٣١٪ والرمـاد ١,٢٣ والطاقة (سعرات) ١٤٠,٨٩.

• التجميد freezing

الزبادى المجمد يشبه الجيلاتى فـى أن الزبـادى المقلب يثبت ويقوى بالفاكهة - قطع أو شراب - ويخفق ويجمد وهـو يقسم إلى طـرى وصلـب والموسية mousse. ويوصـى بـأن تكـون نسبة الزبادى إلى الفاكهة فى الزبادى الطرى ٨٠ : ٢٠ وفـى الزبـادى الصلب ٦٥ : ٣٥ وهـو يخـرج مـن المجمد على -٦°م ويحفظ على -٦°م للطـرى والصلب على -٢٥°م. ويستخدم الهواء عادة فـى الخفق ولكن يمكن إطالة مدة التخزين بإستخدام النتروجين. ويختلف تركيبه والجدول (٣) يعطـى بعض التركيبات.

جدول (٣): تركيب الزبادى المجمد.

النكهة	دهن	بروتين	رماد	مواد صلبة كلية	رقم جيد
فانيـــلا	٥,٩٤ - ١,٧٩	٣,٨٤ - ٣,٥٢	١,٠١ - ٠,٧٠	٣٤,٢١ - ٢٨,٨٣	٧,١٠ - ٦,٧٣
شيكولاته	٥,٧٣ - ٣,١٥	٤,١٩ - ٢,٩٤	١,٠٦ - ٠,٨٧	٣٦,٧٠ - ٣١,٠٨	٧,١٠ - ٦,٣٦
فراولـــه	٥,٣١ - ١,٦٩	٣,١٥ - ١,٦١	١,٠٥ - ٠,٨٣	٣٧,٦٠ - ٣١,٢٠	٤,٣٦ - ٥,٧٠

• التجفيف drying

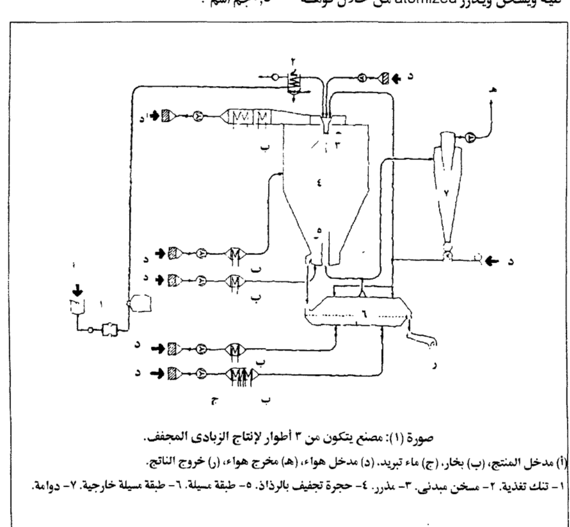
الغرض من إنتاج مسحوق الزبادى هو إنتاج ناتج ثابت أثناء التخزين ويمكن إستخدامه. فالزبـادى الطبيعى أو المصفى يخلط بالبرغل بنسبة ٤ : ١ ويترك طول الليل ويملح (إذا رغب فى ذلك) ويمرر خلال مفرمة لحم ويشكل فى كور ويترك فى الشمس ليجف والناتج يسمى "كشك" وهـو يباع إما كـور أو يطحن إلى دقيق و"الكشك" يحضر بإعادة تميـؤ الناتج الجـاف بالمـاء ثـم تسخينه بلطـف والنـاتج سميك ويشبه العصيدة ويمكن إضافة بصل مقطـع وكسبرة و/أو طماطم ويؤكل بالخبز.

والأنواع الأخرى للألبان المتخمرة المجففة تعرف فـى البلاد العربية بإسم الأوجـت oggtt أو مـادير maddeer أو بوكـل buqle. ويسـمح سـكان الصحراء للبن الماعز أو الجمال ليحمص طبيعياً ثم يخضوه لعمل زبد ثم يغلى مخيض اللبن/لبن الزبد حتى يثخن وعندما يبرد فإنهم يشكلوه إلى كيكات صغيرة ويتركوه ليجف فى الشمس.

وفـى إنتـاج الزبـادى المجفف يحسن مراعـاة أن مرحلة التركيز - قبل التجفيف - تجرى علـى درجة حـرارة منخفضـة حـوالى ٥٠ - ٦٠°م لتقليـل الإحـتراق عـن سـطح المبخـر أو تلـون المسـحوق

النهائى بـ رن غير مرغوب وفى المعاملة يجب أن تكون الظروف مخففة من أجل ضمان أن كائنات مزرعة البادىء تكون كبيرة العدد وحيوية فى الناتج الجاف. والناتج المحمض يركز فى مبخر عادى إلى ٢٥ - ٣٦٪ مواد صلبة على ٥٧ - ٥٨°م. ومخيض اللبن المركز يكون لزجاً جداً يضخ إلى مجفف بالرذاذ على ٤٣°م وتكون درجة حرارة الهواء الداخل بين ١٧٥ - ١٩٠°م وتبلغ نسبة الرطوبة فى الناتج المجفف ٤٪ ونسبة الحجم bulk density ٠,٧٧ - ٠,٨٣جم/سم٣.

ويمكن تجفيف الزبادى فى مصانع ذات ثلاثة أطوار فالزبادى يجرى تركيزه إلى ٣٥٪ مواد صلبة كلية ويسخن ويذرر atomized من خلال فوهة nozzle إلى حجرة التجفيف ودرجة حرارة الدخول والخروج ١٦٠، ٦٥°م بالتتابع وجسيمات الزبادى المجفف جزنياً تقع على المجفف المسيل وهذه الطبقة تجفف. وفى النهاية ينقل المسحوق إلى مجفف ذى طبقة مسيلة للتجفيف النهائى والتبريد. والهواء المستنفذ من كل من حجرة التجفيف يمرر خلال دوامة لفصل جسيمات المسحوق الدقيقة جداً من الهواء والتى تغذى مرة أخرى للمجفف ذى الطبقة المسيلة الخارجية حيث يخلط بالمسحوق وأثناء التجفيف فإن أقصى درجة حرارة للمسحوق هى ٥٥°م ويخرج على ٢٥°م ويحتوى ٢٪ رطوبة والكثافة الحجمية ٠,٥جم/سم٣.



صورة (١): مصنع يتكون من ٣ أطوار لإنتاج الزبادى المجفف.

(أ) مدخل المنتج، (ب) بخار، (ج) ماء تبريد، (د) مدخل هواء، (هـ) مخرج هواء، (ر) خروج الناتج.

١- تنك تغذية. ٢- مسخن مبدئى. ٣- مذرر. ٤- حجرة تجفيف بالرذاذ. ٥- طبقة مسيلة. ٦- طبقة مسيلة خارجية. ٧- دوامة.

تتاح منتجات الزبادى المجففة تقليدياً أو صناعياً للمستهلك يلاحظ أن بعضها يحتوى كميات صغيرة من الدهن مما يدل على إستخدام لبن فرز أو أن اللبن قد خض أولاً لعمل زبد ثم جفف مخيض اللبن لأغراض الحفظ.
(Macrae)

❖ الأهمية الغذائية

إن زيادة المواد الصلبة الكلية يزيد من قيمة الزبادى بالنسبة للبن وتزداد قيمة المغذيات نتيجة التخمر فيزداد هضم البروتين كما أن حامضية الناتج تساعد على الإتاحة البيولوجية للمعادن كالكالسيوم والخارصين كما زادت نسب فيتامينات ب وحمض الفوليك كما أن الناتج غير المسخن أو المبستر يحتوى على بكتيريا البادىء بأعداد كبيرة ووجود اللاكتاز يساعد على إستهلاك الزبادى حيث أن الإنزيم داخل الخلية وبذا يبقى بعد الهضم المعوى.

كما تنتج *S. thermophilus* و *L. bulgaricus* ل -(+) حمض لاكتيك وهذا بجانب تأثيره على إمتصاص البروتين والمعادن يعمل على: ١- تنشيط إفراز العصائر المعوية. ٢- يسرع من الحركة الأمامية لمحتويات الأمعاء بعد الوجبة. ٣- يتم أيضه بالجسم مع إنتاج طاقة. ويلاحظ أن بعض البكتيريا تعطى د-(+) حمض لاكتيك وهذه تعطى بعض الإضطرابات الأيضية خاصة فى الأطفال كما أن البكتريا تعطى بكتريوسينات وهى بروتينات لها قوة المضادات الحيوية. واللاكتوز يعطى الحلاوة ولكن السكر يضاف أيضاً إما كسكروز أو جلوكوز أو فركتوز من الفاكهة.

وقد منح الزبادى بعض المزايا الصحية بسبب *Lactobacillus acidophilus* والـ بفيدوبكتيريا فيمكن أن يحموا ضد الممرضات أو ينفعوا فى حالة الإضطرابات المعوية الناتجة عن المضادات الحيوية أو السرطان أو أمراض الكبد أو الكلوة وأن لم يثبت ذلك حتى الآن.

ويعطى الجدول (٤) القيمة الغذائية للزبادى.
(Macrae)

الألبان المتخمرة fermented milks

أقترح الإتحاد الدولى للألبان International Dairy Federation التعريف التالى للألبان المتخمرة " الألبان المتخمرة هى منتجات محضرة من اللبن - مفرز أو لا - مركز أو لا - بمزارع معينة وتحفظ الفلورا الدقيقة حية حتى البيع إلى المستهلك ولاتحتوى على أى جرثومة ممرضة". وهذا المصطلح يعنى سائلاً أو مايشبه السائل وهو بهذا لاينطبق على الجبن بإزالة الشرش أثناء إنتاج الجبن بين الخط الفاصل مابين الألبان المختمرة والجبن وإن كان الشرش يزال جزئياً من عدد صغير من المنتجات التى تقسم تقليدياً ضمن الألبان المتخمرة. وتعمل الألبان المتخمرة من ألبان البقر والجاموس والضان والماعز والخيل والجمال والياك Yak والحمير.

وقد صنعت الألبان المتخمرة أصلاً بخلط لبن طازج مع دفعة من لبن متخمر سابق ولازالت تصنع معظمها حتى الآن بنفس الطريقة. وقد تم إختيار مزارع لعمل بادئات.

جدول (٤) القيمة الغذائية للزبادى.

		منخفض الدهن سادة/١٠٠ جم	منخفض الدهن فاكهة/١٠٠ جم	لبن كامل فاكهة/١٠٠ جم	منخفض السعرات فاكهة/١٠٠ جم
الطاقة	سعرات	٥٦	٩٠	١٠٥	٤١
	كيلوجول	٢٣٦	٣٨٢	٤٤١	١٧٧
بروتين	جم	٥,١	٤,١	٥,١	٤,٣
كربوايدرات	جم	٧,٣	١٧,١	١٥,٤	٥,٨
سكر	جم	٧,٣	١٧,١	١٥,٤	٥,٨
دهن	جم	٠,٨	٠,٧	٢,٨	٠,٢
مشبع	جم	٠,٥	٠,٤	١,٥	٠,١
أحادى التشبع	جم	٠,٢	٠,٢	٠,٨	٠,١
عديد عدم التشبع	جم	آثار	آثار	٠,٢	آثار
صوديوم	مجم	٨٣	٦٤	٨٢	٧٣
ألياف غذائية	جم	يمكن اهماله	٠,٥	٠,٥	٠,٥
فيتامين أ	ميكروجرام	٩	١١	٤٢	آثار
ثيامين	مجم	٠,٠٥	٠,٠٥	٠,٠٦	٠,٠٤
ريبوفلافين	مجم	٠,٢٥	٠,٢١	٠,٣٠	٠,٢٩
حمض نيكوتينيك	مجم	٠,١٥	٠,١٤	٠,١٣	٠,١٣
احتمال حمض نيكوتينيك من تربتوفان	مجم	١,٢	٠,٩٦	١,٢٩	١
فيتامين ب٦	مجم	٠,٠٩	٠,٠٨	٠,٠٧	٠,٠٧
حمض فوليك	ميكروجرام	١٧	١٦	١٠	٨
فيتامين ب١٢	ميكروجرام	٠,٢	٠,٢	٠,١	(٠,٢)
حمض بانتوثينيك	مجم	٠,٤٥	٠,٣٣	٠,٣	غير موجود
بيوتين	ميكروجرام	٢,٩	٢,٣	٢	غير موجود
فيتامين ج	مجم	١	١	١	١
فيتامين د	ميكروجرام	٠,٠١	(٠,٠١)	(٠,٠٤)	آثار
فيتامين ى	مجم	٠,٠١	(٠,٠١)	(٠,٠٥)	٠,٠٣
فيتامين ك	مجم	غير موجود	غير موجود	غير موجود	غير موجود
كالسيوم	مجم	١٩٠	١٥٠	١٦٠	١٣٠
كلور	مجم	١٥٠	١٣٠	١٥٠	١٢٠
نحاس	مجم	آثار	آثار	آثار	آثار
يود	ميكروجرام	٦٣	٤٨	(٤٨)	غير موجود
حديد	مجم	٠,١	٠,١	آثار	٠,١
مغنسيوم	مجم	١٩	١٥	١٦	١٣
فوسفور	مجم	١٦٠	١٢٠	١٣٠	١١٠
بوتاسيوم	مجم	٢٥٠	٢١٠	٢١٠	١٨٠
سيلينيوم	ميكروجرام	١	(١)	(١)	(١)
خارصين	مجم	٠,٦	٠,٥	٠,٥	٠,٤

تقسيم الألبان المتخمرة

أمكن تقسيمها بالنسبة لمزرعة البادىء إلى:

١- ألبان مخثرة:

١٠١- بكتريا محبة للحرارة - درجة حرارة التحضين ٣٠/٣٥ - ٤٠/٤٥°م.

١٠١٠١- تخمر حمض اللاكتيك بدون إنتاج كميات من الغاز والكحول.

الزبادى وأمثلة له (بلغاريا ، تركيا ...الخ) داهى (الهند) الزبادى المخفق: إيران eyran (تركيا)، دوج doogh (إيران). زبادى مجفف: كاشك kashk، كشج kashg (إيران). جوب جوب (لبنان وغيرها من البلاد العربية) تان tan (أرمينيا، تولوم tulum ، توربا torba وكوروت kurut (تركيا) لبن laben zeer زير (مصر) [كذا]. غارة اللبن laben raid (السعودية) زبادى (مصر والسودان) روبا، روب (السودان وعراق) ماتذون، مادذون (أرمينيا) تياورتى tiaourti (اليونان)، سكير skyr (أيسلندا)، تارهو tarho (هنغاريا).

٢٠١٠١- تخمر حامضى بدون إنتاج كميات من الغاز والكحول بإستخدام أساساً بكتيريا الأمعاء فى الإنسان.

تخمر سلالة واحدة: اللبن الأسيدوفيلى acidophilus milk لبن بيفيدس وياكولت.

مزارع سلالات مختلطة من وصفات مختلفة

نوع ب أ ت BAT type

(*Bifidobacterium* spp., *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus salivarus* subsp. *thermophilus*)

ونوع ب أ ب BAP type

(*Bifidobacterium* spp., *L. acidophilus*, *Pediococcus* spp.) وتخمرات أخرى

٢٠١- البكتريا المحبة لدرجة الحرارة المتوسطة والتحضين على ١٠/١٥ - ٢٠/٣٠°م.

١٠٢٠١- تخمر حمض اللاكتيك مع إنتاج مترامن من المرغ slime.

ألبان متخمرة أسكندنافية : لانجفيل langfil (السويد)، فيلى viili (فنلندا)، تيتملك (النرويج) ومايشابه هذه المنتجات.

٢٠٢٠١- تخمر حمض اللاكتيك مستخدماً مزارع الزبد.

ألبان متخمرة محضرة بإستخدام مزارع الزبد

لبن الزبد الصناعى "لبن الزبد المزروع cultured"

٣٠٢٠١- ألبان متخمرة مركزة.

منتجات تجارية مثل الإمير ymer واللاكتونيل (أسكندنافيا)

ألبان تصنع فى المنازل تقليدياً مثل كيليرملك Kellermilch، لاجرميلك Lagermilch فى البلاد التى تتكلم الألمانية من أوروبا.

٤٠٢٠١- تخمر مختلط من حمض اللاكتيك والإيثانول.

كوميس Koumiss (آسيا الوسطى الشمالية)، لبن leben ولبن laban (لبنان والعراق ومصر) ومنتجات أخرى مشابهة.

كيفير Kefir (القوقاز) مصنوع من حبوب كيفير.

مستحضرات صناعية مثل كيفير مصنوع من غير حبوب.

٣٠١- مستحضرات مختلطة نبات-لبن متخمرة.

١٠٣٠١- منتجات حيث المواد النباتية مادة تفاعل للتخمر

كشك kishk (مصر)

٢٠٣٠١- ستحاب حيث المواد الساتية يزعم أنها حاملة لكائنات حية دقيقة و/أو إنزيمات.

ألبان شمالية حبلية Nordic ropy milks

٤٠١- ألبان متخمرة غير مقسمة مختلفة.

٢- ألبان الزبد buttermilks:

١٠٢- لبن زبد تقليدى ، وهو ناتج ثانوى لصناعة الزبد المزروع cultured.

٢٠٢- لبن زبد حصل عليه من تخمر لبن زبد حلو.

٣٠٢- ربادى لبن الزبد يحصل عليه من خض الزبادى فى الزبد ومنتج سائل.

وهناك إختلافات وتحويرات لهذه المنتجات تعكس التقاليد المحلية.

تغذية التصنيع

manufacturing technology

إنتاج الألبان المتخمرة ينتج إما كمنعقد set أو مقلب stirred كما هو مبين فى الصورة (١).

مزرعة البادىء — مبرد — مالىء

اللبن ← معاملة حرارية بالدفعات ← وعاء تحضين ← مالىء ← تخزين بارد ← تسويق

٢٠-٤٥°م <٧°م

تجنيس وبسترة ← معاملة حرارية بالدفعات ← تلقيح (مزرعة بادىء) ← مالىء ← تحضين (٢٠-٤٥°م)

صورة (١): الخطوات الانسانية فى تحضير الألبان المتخمرة.

تحضير اللبن

اللبن فى إنتاج الألبان المتخمرة يجب أن يكون: منخفض العد البكتريولوجى مع غياب الكائنات الممرضة وغياب أو وجود تركيزات منخفضة للمواد المثبطة مثل متبقيات المضادات الحية المستخدمة فى معاملة إلتهاب الثدى mastitis ومتبقيات المطهرات ... إلخ.

وأول خطوة فى تحضير اللبن هى عادة ترويق اللبن وإزالة شوائب ميكانيكية وخلايا جسدية وتجرى هذه العملية بالطرد المركزى ولكن الترشيح ممكن أيضاً. واللبن يجب أن يعدل لكى يقابل المتطلبات القانونية و/أو تحسين الإنتاج و/أو تحوير الناتج النهائى. ويمكن زيادة المواد الصلبة غير الدهنية ١- بالتبخر والذى عادة يزيل ١٠ - ٢٠٪ من الماء. ٢- إضافة لبن فرز. أو ٣- إضافة مركز اللبن. ويمكن إستخدام الترشيح الغشائى membrane filtration خاصة الترشيح فائق الدقة ultrafiltration. وأهم مميزات الترشيح

الغشائى: ١- زيادة اللزوجة. ٢- خفض إندغام الجل syneresis حتى على محتوى دهنى منخفض. ٣- زيادة الناتج نتيجة الإحتفاظ الجزئى بروتينات الشرش، وذلك فى تحضير الألبان المتخمرة المركزة. ٤- مذاق أحسن نظراً لغياب الجيرية chalkiness والتى ترجع إلى مسحوق اللبن.

والخطوة التالية هى التجنيس الذى يؤدى إلى تبييض اللبن وخفض قطر حبيبة الدهن كما أنه يحسن من ثبات اللبن المتخمر أثناء التخزين يخفض الإحتفاظية كما أنها تحسن من الخواص الإنسيابية. ويحدث التجنيس على ١٠ - ٢٠ مليون باسكال على ٥٠ - ٦٠°م. ويتبع التجنيس معاملة حرارية من أجل: ١- بسترة الناتج. ٢- جعل اللبن أكثر تغذية لكائنات البادىء من خلال إطلاق الأحماض الأمينية وعوامل النمو الأخرى وخفض جهد الأخسدة وإزالة المواد المثبطة. ٣- تحسين الخواص الطبيعية للألبان المتخمرة وخفض إندغام الجل. ٤- تمنع حدوث التزنخ من خلال تثبيط الليباز. ويبتدىء ذلك ببسترة اللبن على دفعات على ٨٠ - ٩٠°م لمدة ٢٠ - ٣٠ ق فى مبادلات حرارية أنبوبية ثم الإحتفاظ به فى تنك للمدة المطلوبة. وفى بعض المصانع يسخن اللبن فى عملية مستمرة فى نظام مقفل على ٩٠ - ٩٥°م لمدة ٥ق أو أكثر. كما تستخدم المبادلات الحرارية فى خفض درجة حرارة اللبن إلى درجة حرارة التخمر وإذا كان الغرض هو بسترة اللبن فإن البسترة عالية درجة الحرارة قصيرة المدة تستخدم عادة. كذلك يمكن إجراء إزالة الهواء من اللبن de-aeration والتى يقال أنها تقلل من إندغام الجل وتحسن من تلازج المنتج النهائى.

تحضير البادئات preparation of starters

أصلا البادئات كانت متبقيات من دفعات سابقة أضيفت للبن المحضر بالطرق المناسبة والآن البادئات تتكاثر تحت ظروف مطهرة فى المعمل لتخدم كملقح. ومعظم الألبان المتخمرة تصنع من بادئات ذات سلالات عديدة قد تكون أثنين أو أكثر وأحيانا تصنع من سلالة واحدة ومنها الألبان المصنعة ببكتريا معوية مثل ياكولت والذى يصنع بـ *Lactobacillus casei* واللبن الأسيدوفيلى والذى يصنع بـ *L. acidophilus*.

وترجع أهمية الخواص الفيزيقية للألبان المتخمرة إلى إستخدام كائنات تحيط نفسها بكبسولات عديد السكريات أو الجليكوبروتينات وقد يشار إليها أحيانا بأنها المرغ أو "المخاط" slime or mucus تعمل كمثبتات للمنتج وتحسن اللزوجة وتخفف إندغام جل بروتين اللبن ويكون المنتج أقل عرضة لظاهرة تسييل القوام عكسيا بالرج thixotropic phenomenon. ويوجد بادئات مركزة خاصة متاحة مجمدة أو مجففة وقد تحتوى على 10^{11} خلية/مل بينما البادئات التقليدية تحتوى على 10^{9} خلية /مل.

التخمر fermentation

درجة حرارة التخمر هى عادة درجة الحرارة المثلى لنمو الكائن فى البادىء ويلزم أن تبقى درجة الحرارة ثابتة أثناء التخمر وقد يختار المنتج

لتحسين الخواص الفيريقية للناتج النهائى درجة حرارة أقل وزمن أطول للتخمر لتشجيع تكون الكبسولات المخاطية. وفى المنتج المقلب فالتخمر ينتج فى التنك وفى المنتج المنعقد فهو يتخمر فى وعاء التجزئة.

التبريد cooling

ينتهى التخمر بالتبريد إلى درجة حرارة التبريد حيث يسمح للمُنْتَج أن يضبط الحموضة ويبتدىء "تكون الجل (البارد) على درجة حرارة منخفضة cold gelation" للخثرة عند الوقت المناسب. ومعدل التبريد حرج بالنسبة لجودة الناتج وعادة يوجد بطريقة التجريب والخطأ.

التنكيه flavoring

يتم تنكيه الألبان المتخمرة بإضافة لب الفاكهة أو هريسها purée أو أى مكونات تنكيهية أخرى. ويضاف لب الفاكهة مع تركيز سكر حوالى ٦٠٪ بنسبة ١٠٪ والبكتينات الموجودة فى الفاكهة تثبت الناتج ولكن يمكن إضافة مثبتات أخرى. وبالنسبة للمنتج المقلب فإن مكونات التنكيه تضاف بعد أو أثناء طور التبريد فى حين أن المنتج المنعقد يُنَكه قبل التخمر والملء فى أوعية التجزئة.

التعبئة packaging

تعبأ الألبان المتخمرة فى أوعية غير نفاذة للماء والروائح وغير ذائبة فى الماء وخالية من الروائح الغريبة وفى بعض الأحيان يتطلب الأمر عدم نفاذ الضوء وإنخفاض النفاذية للأكسجين. وكان يستعمل الأوانى الزجاجية ولكنها أستبدلت بمواد مختلفة وورق مغطى ببوليمرات مختلفة مثل عديد إيثيلين وكرتونة الورق يمكن تغطيتها بالراتنج و/أو الألومنيوم أو السليكون واللدائن خفيفة ويمكن عمل أوعية ذات أشكال مختلفة مثل الكوب cup وأن إستخدم "الزجاجات" والأكياس أيضاً. والأوعية للمنتجات التى لاتزال تحتوى خلايا خميرة متخمرة كثيراً ماتستخدم غطاء ذى ثلاث طبقات يسمح بخروج ك أ، المتولد أثناء التخزين.

الناحية التنظيمية regulatory aspects

الألبان المتخمرة يجب أن تخضع لمتطلبات قانونية تضع قواعد لجودة المنتج من ناحية الكائنات الحية لحماية الصحة العامة وكذلك يعرف التكوين الكيماوى للناتج وعمر الرف لها وفى كثير من الحالات عدد الخلايا الحية من البادىء البكتيرى والتى يجب أن تبقى فى المنتج.

الأهمية الصحية

يزعم للألبان المتخمرة أنها تعالج كثيراً من الحالات الصحية فيزعم أنها لها تأثير على النمو وعلى أيض الإنسان وعلى الكائنات الدقيقة للأمعاء وهذه عادة تُزْمَع للألبان المتخمرة بالبكتريا المحبة للحرارة. (Macrae)

الألبان المتخمرة من شمال أوروبا

إن الجو القارس يحد من تعدد الأغذية النباتية حيث الناس إضطروا للإعتماد على أغذية حيوانية ومن هنا أصبح اللبن مهماً. والألبان المتخمرة وبعضها يتميز باللزوجة والحبلية ropiness كان لها

مذاق جيد ويمكن حفظها لعدة أسابيع أو أشهر في غرفة باردة. وقد إستفادت صناعة الألبان المتخمرة من: ١- التشجيع على أخذ دهن أقل. ٢- عمل البكتريا في الغذاء. ٣- تغير العادات الغذائية مثل زيادة الإقبال على الزبادى بنكهة الفواكه.

وإعتمد إنتاج الألبان المتخمرة على البكتريا المحبة للحرارة المتوسطة وخاصة الكروية السبحية اللاكتيكية *Lactic streptococcus* (جنس *Lactococcus*) فتلقح دفعة جديدة من اللبن ببقايا لبن من دفعة سابقة في أوعية من الطفل أو الخشب timber أو الحجارة واليوم تستخدم مزارع بادئات معروفة للحصول على الخواص المرغوبة في الناتج النهائي وقد تستخدم طرق جديدة كالترشيح خلال أغشية. وبلغ نسبة الألبان المتخمرة غير الزبادى في ١٩٨٩ ٧٥٪ في السويد، ٧٣٪ في النرويج، ٦٩٪ في فنلندا ، ٦٢٪ في إيسلندا، ٤٧٪ في الدانمارك.

الأنواع الرئيسية للألبان المتخمرة في أسكندنافيا

تقع الألبان المتخمرة في ستة أقسام كما هو واضح من جدول (١).

جدول (١): الألبان المتخمرة الأسكندنافية

السويد		النرويج		الدانمارك		فنلندا	
لانجفيل	längfil	تتملك	tettmelk	-		فيلي	viili
فلمجولك	filmjölk	كولتورميلك	kulturmelk	تيملك	Tymaelk	تالوسبيما	talouspiimä
لاتفيل	lättfil	سكوميت	skumet	-		راسفاتو نبيما	rasvatonpiimä
		كولتورميلك	kulturmelk	كارنميلك	kaernmelk		
كارنمجولك	kämmjölk	كجينيميلك	kjenemelk			كيرنوبيما	kirnupiimä
جرادفيل	gräddfil	رومة	romme	كريم فريش	crême fraiche	كيرمابيما	kermapiimä
				ايمر	ymer		
لاكتوفيل	lactofil					كوكيلي	kokkeli

لانجفيل längfil أو تاتمجولك tätmjölk لبن متخمر له قوام حبلي وتلازج مثل العجين ومذاق حمضي خفيف. وتقليدياً كانت تضاف أوراق butterworth صائد الذباب *Pinguicula vulgaris* الندية/الدروسيرة sundew *Drosera* spp. خاصة *D. rotundifola* للبن ليختمر على درجة حرارة الغرفة وهذه النباتات تعرف بإسم تاتجراس tätgräs بما معناه النجيل/العشب المثخن (تاتمجولك tätmjölk معناها لبن تخين لزج متماسك) وتستعمل أسماء أخرى أيضاً. ويعتقد أن الأنزيمات الموجودة في هذه النباتات تعمل هذا العمل. والتخمر يتم بواسطة البكتريا المحبة للبرودة والتي تنتمي إليها بعض أنواع اللاكتوباسيلي واللاكتوكوكاى (العصوية والكروية) وكانت درجة الحرارة المثلى للـ *Lactobacillus helviticus* التي عزلت من تاتمجولك tätmjölk أقل ١٠°م عن درجة الحرارة التي عرفت عن هذه الأنواع. وتنتج اللزوجة العالية

والحبلية في لبن تاتمجولك لاكتوكوكاي متحوصلة. وقد وجد أن البكتريا التي تنتج المرغ تنتمي إلى *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* ، *Lact. lactis* subsp. *lactis*.

وفي بيتكابيما pitkäpiimä وهو نوع من التاتمجولك tätmjölk يوجد في جنوب غرب فنلندا Lact. lactis subsp. *lactis* biovar *diacetylactis* ، *Leuconostoc* spp. وفي أحد الحالات للمواد الكبسولية وجد أنها تحتوي ٤٧٪ بروتين، ٢٠٪ ميثل بنتوزان وحوالي ١٠٪ بروتين مرتبط بالهكسوزات و ٣٠٪ حمض سياليك sialic acid.

وإنتاج المرغ بواسطة اللاكتوكوكاي هو سمة غير ثابتة تفقد على درجة حرارة التحضين العالية مثلاً ٣٠°م بدلاً من ١٧ - ٢٠°م وقد وجد أن مقدرة اللاكتوكوكاي على إنتاج المرغ مرتبط ببلاسميدة د.ا.ر.ن.

وعمر الرف للألبان المتخمرة الحبلية طويل نظراً لوجود المادة الكبسولية والتي تخفي إندغام جل جلطة coagulum البروتين. وأغصان البتولا/شجر القضبان birch twigs التي تستخدم في تقليب تيتيملك tettemelk كانت تغمس في دفعة طازجة من اللبن وبذا يتم تلقيحه والأغصان مع المتبقي من التيتيملك كانت تترك لتجف وتستخدم كبادئ مجفف. وفي السويد كان البادئ يسمح له بالجفاف على قطعة قماش وهذه تستخدم كبادئ. وإحدى البادئات حضرت في تحضير تاتمجولك tätmjolk باستخدام أوراق صائد الذباب butterworth وتسمى تاتورت tätört بالسويدي بأن وضعت أوراق صائد الذباب على منخل يمرر عليه لبن محلوب حديثاً ووجد أن الإنزيمات في هذا النبات تعمل على اللبن وكان الناتج النهائي له عبير مثل التفاح ورقم جيد ٤,٤ وتلازج مميز مع عدم وجود أي علامة لفصل الشرش ويمكن خزنها على ٨°م لمدة ثلاثة أشهر وكان محتواها من اللاكتوز قد نقص بمقدار الثلث. وكان محتوى حمض الفوليك أعلا كثيراً من الألبان المتخمرة الأخرى. وكان عدد البكتريا ٣,٥ × $١٠^{٨}$ خلية/جم وكان عدد البكتريا المنتجة للعبير ١,١ × $١٠^{٧}$/جم.

واللبن المتخمر الفنلندي فيلي viili به لاكتوكوكاي ولوكونوستوك وبعض اللاكتوباسيلي وخمائر مخمرة للاكتوز وفطر mould أبيض *Geotrichum candidum* (كان يعرف بإسم *Oospora lactis* or *Oidium lactis*) وبعض سلالات هذا الفطر تعطي مرغاً والجلطة غير المكسورة وطبقة الكريمة والتي يغطيها الفطر عادة تمثل الفيلي viili والذي يؤكل بملعقة. وفي إنتاج الفيلي viili فإن محتوى الدهن يتم معايرته بحيث يكون على الأقل ٣,٩٪ ويعامل اللبن بالحرارة على ٨٩ - ٩٠°م لمدة ١٥ - ٣٠ق أو على ٩٢-٩٦°م لمدة ٤-٥ق ولايستخدم أي تجنيس وبعد تبريد اللبن إلى ١٨ - ٢٠°م يضاف ٤-٨٪ من مزرعة البادئ ويصل رقم جيد ٤,٦ بعد ١٨ - ٢٠ ساعة من التحضين فيصل رقم جيد بعد التبريد إلى ٤,٣ - ٤,٤ وعمر الرف على ١٨-٢٠°م هو بين ١٠ - ١٥ يوماً.

فلمجولك filmjölk والذي يسمى أحياناً كولتورمجولك kulturmjölk هو لبن مختمر سويدي به نسبة دهن ٣٪ ويستخدم كشراب ومزارع

البادىء المستخدمة فى إنتاجه تحتوى البكتريا المنتجة للحمض .*Lactococcus lactis* subsp *lactis* و *cremoris* .subsp والمنتجة للنكهة والعبير *Lact. lactis subsp. lactis biovar diacetylactis*
و .*Leuconostoc mesenteroides* subsp *cremoris* ويبتدىء إنتاج الفلمجولك filmjölk بتسخين اللبن إلى ٧٨°م وينقل إلى وعاء تهوية deaeration vessel حيث يهوى اللبن لمنع أو تخفيف إندغام الجل والتحبب granulation والتكتل lumpiness وإنخفاض اللزوجة. ويتم تجنيس اللبن على ١٠ – ٢٠ مليون باسكال وعلى ٧٠°م ثم ترفع درجة الحرارة إلى ٩٠ – ٩٥°م لمدة ٤ دقائق ثم التبريد إلى ١٨– ٢٠°م والتلقيح بـ ١ – ٢٪ مزرعة بادىء. وبعد ٢٠ ساعة تقلب جلطة coagulum تحتوى ٠,٨ – ٠,٩٪ حمض لاكتيك فيه ويبرد إلى ٦ – ١٠°م ويعبأ فى أوعية التجزئة ويراعى عدم إدخال هواء أثناء التعبئة وعمر الرف له ١٠ أيام.

وتيكملك tykmaelk لبن مختمر دانمركى يوجد فى حلل أو أباريق مملوءة باللبن والذى يترك ليحمض ذاتياً ويعلوه طبقة من الكريمة ويحضر أمثال له فى السويد.

ولبن الزبد (مخيض اللبن) والذى يتبقى بعد خض الزبد كان له عمر رف قصير بسبب إحتوائه الفوسفوليبيدات والأحماض الدهنية الحرة وكان يميل إلى إنفصال الشرش وكان يستخدم كمشروب ويحضر الآن بخض الكريمة الملقحة منخفضة الدهن.

وناتج يعرف بإسم لبن الزبد/مخيض اللبن الملقح cultured butter milk بعمل: ١- بتخمر اللبن الفرز أو لبن منخفض الدهن أو بتخمر لبن الزبد/مخيض اللبن وهذا ناتج ثانوى لإنتاج الزبد من كريمة غير مختمرة والتخمر يسبقه معاملة حرارية على ٩٠ – ٩٥°م لمدة ٥ق ثم التبريد والتحضين على درجة حرارة ٢٠ – ٢٢°م وبعد ١٦ – ٢٠ ساعة تخمر يصل رقم جيد إلى ٤,٤ – ٤,٥. والمزارع المستخدمة بها نفس البكتريا التى تستخدم فى إنتاج الفلمجولك filmjölk ولذا يشبهه فى الخواص العضوية الحسية وفى الدانمارك يجب أن يحتوى على ٨٪ مواد صلبة غير دهنية ليس أكثر من ٠,٣٪ دهن.

والكريمة الملقحة تعمل بتخمر الكريمة المعاملة بالحرارة بنفس المزارع التى تستخدم فى عمل الزبد المستنبتة cultured وفى النرويج إنتاج الكريمة فى الروم romme قد ثبتت على ٢٠٪ أو ٣٥٪ دهن. ثم تجنس الكريمة وتسخن على ٩٥°م لمدة ثلاث دقائق وتبرد إلى درجة حرارة التحضين ٢٢°م وتلقح بـ ١٪ مزرعة بادىء ثم تملأ فى أوعية التجزئة. وبعد ١٨ – ٢٠ ساعة تحضين وتبريد إلى درجة حرارة الغرفة والتى يجب ألا تزيد عن ٤°م يوجد حمض لاكتيك ٠,٩ -٠,٩٥٪ فى الناتج. أما فى الدانمارك فقد تمت مقايسة الدهن على ٩٪ أو ١٨٪ أو ٣٨٪ أو ٥٠٪ فيجنس ويسخن إلى ٩٠°م لمدة ٥ق ثم يبرد ويحضن على درجة حرارة ٢٠ – ٢٧°م ويلقح بـ ٢٪ مزرعة بادىء وبعد ١٦ – ٢٠ ساعة من التحضين فى التنك والتبريد إلى ٥°م تكون جيد ٤,٤ فى الناتج النهائى.

والألبان المتخمرة في أسكندنافيا هي:

❊ ايمير ymer : هو لبن دانمركي يجب أن يحتوى على الأقل ١١٪ مواد صلبة لبنية غير دهنية (منها ٥ - ٦٪ بروتين) و ٣,٥٪ دهن. يتم تلقيح اللبن الفرز المبستر على درجة حرارة عالية بمزرعة بادىء تحتوى

Lactobacillus lactis subsp. *lactis* biovar *diacetylactis* , *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*

وبعد ١٦ - ١٨ ساعة تحضين على ١٩ - ٢٣°م يصل اللبن إلى جـ يد ٤,٦ ويتجلط وتقطع الجلطة وتسخن إلى ٤٠°م لتشجيع إندغام الجل. ونظراً لإرتفاع درجة الحرارة فإن ك أ، المتكون في بادىء البكتيريا يرتفع في تنك التخمر وبذا تصل الجلطة إلى السطح مما يسهل تصفية الشرش من التنك ويقل الحجم الأصلي بمقدار ٥٠٪ بإزالة الشرش ثم تخلط كريمة مبسترة على درجة حرارة عالية ويعقب ذلك تجنيس ثم تبريد إلى ١٢ - ١٤°م والتعبئة.

❊ سكير skyr : يصنع في أيسلندا وهو منتج لبني متخمر مركز يصنع من اللبن الفرز. والفلورا المحبة للحرارة وليست الفلورا المحبة للحرارة المتوسطة التي تخمر اللبن والذي يعاد تسخينه للمساعدة في فصل الشرش. والكائنات الدقيقة التي تعزل من سكير skyr تتضمن بكتيريا حمض اللاكتيك المحبة للحرارة

Streptococcus salivarius subsp. *thermophilus, Lactobacillus delbrueckii* subsp *bulgaricus* , *L. helveticus*

وخمائر تخمر اللاكتوز.

وتقليدياً كانت جلطة اللبن تسخن وتصفى بإستخدام أكياس من اللينو أما الآن فتستخدم مصفيات كوارج quarg separators لتركيز حوامد اللبن بعد التخمر كما يستخدم الترشيح فائق الدقة ultrafiltration لإستعادة البروتينات والتي تضاف إلى السكير skyr قبل التعبئة. والسكير يحتوى على ١٧,٥٪ جوامد كلية ومنها ١٣٪ بروتينات و ٠,٤٪ دهن. (Macrae)

❊ كيفير kefir

كيفير kefir لبن متخمر أصله من جبال القوقاز التي تقع بين البحر الأسود وبحر قزوين Caspian sea وقد كان يعمل أصلاً في المنزل بإستخدام لبن الماعز أو لبن البقر في أكياس من الجلد أو براميل من البلوط والتخمر كان نتيجة فلورا دقيقة معقدة من خلايا فطرية وبكتيرية وكان يحتوى على ك أ،. ولذا كان رغوياً وذو قوام كريمي لأنه كان يصنع من اللبن الكامل وكان به حتى ٢٪ كحول وهو يصنع الآن في روسيا وألمانيا الإتحادية والسويد والولايات المتحدة واليابان وفي بلاد اخرى كثيرة. ويتميز الكفير بأنه لايصنع بالنشاط الأيضي للفلورا الدقيقة التي توزع في اللبن ولكن يصنع من بادىء على شكل حبوب grains والتي يجب إستعادتها من اللبن المتخمر حتى يمكن إعادة إستخدامها.

الفلورا الدقيقة microflora

حبوب الكفير توصف بأنها بادىء طبيعي وتكوين الكائنات الدقيقة يختلف بإختلاف مصدر الكفير وهي تشبه أزهار/زهيرات القنبيط فهي بيضاء

وحوالى ١ سم من القطر (٠,٣ - ٢.٠ سم) وإن كانت تبدو أكبر عند إزالتها من اللبن لأن جوامد اللبن تلتصق بالحبوب grains وتظهر الحبوب بأنها ناتجة من تجعد تركيبات مسطحة مثل الصفائح sheet ثم تطوى ويعاد طيها مرة أخرى إلى تركيبات كروية. وترتيب الفلورا الدقيقة غير منتظم فسطوح قد تحتوى قضبان قصيرة سائدة من اللاكتوباسيلى فى حين أن مناطق أخرى تظهر مكثفة convoluted وجشبة rough تتكون من فلورا مختلطة ومن خميرة وعصيان طويلة من اللاكتوباسيلى.

وأثناء التخمر تترك بعض الفلورا الدقيقة الحبوب ويمكن إستعادتها من اللبن. وأنواع وكميات الكائنات الموجودة فى لبن الكفير يتوقف على المعاملة فمثلاً كفير المنازل فى ألمانيا الإتحادية كان بها خميرة من ١٠^٤/مل - ١٠^٦/مل مباشرة بعد إزالة الحبوب والتى لم تنقص أثناء التخزين على ٦ - ٨°م ولكن فى الكفير المصنع تجارياً الخميرة كانت غائبة أو أنها كانت ١٠^٣/مل. وفى الكفير الروسى العينات أظهرت زيادة فى الأنواع المنتجة للعبير Leuconostoc species ، Lactococcus lactis أثناء عملية عملية الإنضاج على ١٨ - ٢٠°م. والطهارة asepsis لاتراعى فى إنتاج الكفير ويمكن عزل كثير من البكتريا والفطر fungi ومن حبوب الكفير أيضاً. وربما كانت هذه مهمة فى إنتاج الكفير أو أنها تكون عرضية ولاتلعب دوراً فى المنتج. ومن المتفق عليه عموماً أن اللاكتوباسيلى متغايرة التخمر heterofermentative والخمائر غير المخمرة للاكتوز مهمة فى حبوب الكفير وأن وجود الكائنات الكروية السبحية *Streptococcus* واللاكتوكوكاى وفى بعض الأحيان بكتيريا حمض الخليك قد تكون مهمة فى إنتاج النكهة فى مشروب الكفير ولكنها لاتوجد لها وظيفة فى تكوين حبة الكفير. وفى الإنتاج التجارى من المهم وجود خمائر تخمر اللاكتوز فى لبن الكفير. والجدول (١) يعطى بعض هذه الفلورا.

ولايوجد *Lactobacillus caucasius* وقد أعيد تسميتها بـ *Lactobacillus kefir* وقد أستخدم المجهر الأليكترونى فى فحص الخميرة وبكتيريا حمض اللاكتيك ووجد أن الفلورا الدقيقة مرتبطة معاً فى عديد سكر غير ذائب يتكون من كميات متساوية من الجلوكوز والجالاكتوز وعندما يلون عديد السكريات بأحمر الروتينيوم ruthenium ويفحص فى المجهر الضونى يظهر تفرعاً كبيراً. وقد يكون للجالاكتوز إستبدالات جانبية وقد سمى عديد السكر كيفيران kefiran. وغير معروف أى كائن حى ينتج عديد السكر ولكن تضمين النبيذ ساعد على إنتاجه فى وجود *Lactobacillus kefiranofaciens*.

الإنتاج manufacture

يوجد مرحلتان فى إنتاج الكفير: ١- التخمر الأولى حيث يلقح اللبن بحبوب الكفير لإعطاء مزرعة أم، ٢- مايوصف بأنه عملية تحمير وإنضاج. وكلا العمليتين تتضمن نشاط فلورا دقيقة حيث ينتج حمض اللاكتيك والكحول والعبير aroma.

جدول (١) `'فلورا الدقيقة للكفير وحبوب الكفير.

lactobacilli	streptococci / lactococci
Lb. brevis	*Lc. lactis* subsp. *lactis*
Lb. cellobiosus	*Lc. lactis* var. *diacetylactis*
Lb. acidophilus	*Lc. lactis* subsp *cremoris*
Lb. kefir	*S salivarius subsp. thermophilus*
Lb. kefiranofaciencs	*Enterococcus durans*
Lb. casei subsp. *alactosus*	*Leuconostoc cremoris*
Lb. casei subsp. *shamnosus*	*L. mesenteroides*
Lb. casei	
Lb. helveticus subsp. *lactis*	
Lb. delbreuckii subsp. *lactis*	
Lb. delbrueckii subsp. *bulgaricus*	
Lb. lactis	
yeasts	**acetobacters**
Kluyveromyces lactis	*Acetobacter aceti*
K. bulgaricus	*A rasens*
K. fragilis / marxianus	
Candida kefir	
C. pseudotropicalis	
Saccharomyces spp.	
Torulopsis holmii	

تحضير اللبن preparation of milk: يفرز اللبن أو يعاير إلى نسبة معينة من الدهن مثل ١، ٢، ٣٪ ويجنس ثم يعامل حرارياً حسب المصنع فربما ٥ – ١٠ق على ٨٥ – ٨٧°م أو ٢٠ – ٣٠ ق على ٩٢ – ٩٥°م أو ربما معاملة حرارية شديدة. ولتحضير المزرعة الأم من الحبوب فإن المعاملة الحرارية الأعلا تستخدم وتعمل درجة الحرارة العالية على مسخ بروتينات الشرش فيتحسن تلازج الكفير وهذا يؤدى إلى إسهام أكثر من بروتين الشرش فيؤدى إلى تكون جلطة coagulum. ومسخ بروتين الشرش قد يتم "بالبسترة المزدوجة" أى بالتسخين إلى ٨٧°م ثم التبريد إلى ٧٧°م وحفظه على هذه الدرجة لمدة ٣٠ق ثم رفع درجة الحرارة إلى ٨٧°م مرة ثانية وبعض مصانع الألبان تفضل إستخدام اللبن المعامل بدرجة حرارة فائقة UHT milk.

تحضير المزرعة البادىء

preparation of starter culture

تبنى المزرعة الأم من حبوب طازجة يمكن الحصول عليها من شركات بادىء متخصصة كمعلقات فى محلول كلوريد صوديوم ٠,٩٪ أو قد يحصل على الحبوب المجففة التى تم معايرتها بإضافة معزول الخميرة من حبوب كفير. والإضافة ضرورية لأن أكثر من ٨٠٪ من الخميرة يمكن أن تفقد بتجميد أو تجفيد حبوب الكفير.

وتضاف الحبوب الطازجة إلى اللبن المبرد بنسبة ١ : ١٠ بالوزن ويتم زرع الحبوب على ٢٠°م لمدة

٢٤ ساعة وبعدها تنخل أو ترشح خلال قماش ترشيح وتغسل بماء معقم قبل إضافتها للدفعات الأخرى من اللبن. وكل هذا فى أوعية من الصلب غير القابل للصدأ أو الزجاج. وعند إستخدام مزارع مجفدة فإن ١ جم مستنبت مجفد يضاف إلى ٣ لتر من اللبن المسخن ويحضن على ٢٠°م لمدة ٢٠ ساعة والمزرعة الأم تحتوى على ٨٠٪ لاكتوكوكاى ٥٠٪ لاكتوباسيلى و٥٪ خميرة.

إنتاج الكفير kefir production

هناك عدد من الطرق تقع فى قسمين رئيسيين:

١- الطرق التى نبعت من تصنيع الطرق التقليدية.

٢- طرق نبعت من بادئات جديدة. وعموماً فإن إنتاج الكفير فى غرب أوروبا نتج عن الطرق الثانية حيث توجد الطرق التى وضعتها ألمانيا الإتحادية أو تحويرات منها.

١- ففى بولندا فى الصيف اللبن المعامل حرارياً يبرد إلى ١٩ - ٢٠°م وفى الشتاء إلى ٢١- ٢٣°م والبادىء الحجمى يضاف بنسبة ٢ - ٣٪ فى الصيف، ٢-٧٪ فى الشتاء ثم يخلط بلطف لمدة ٣ - ٥ق لتوزيع البادىء واللبن يوضع فى زجاجات ولها غطاء التاج وتعاد هذه الزجاجات. ويتم التحضين على ١٩ - ٢٣°م لمدة ١٢ - ١٤ ساعة. يعقبها مدة إنضاج لمدة ١٢ ساعة على ٨ - ١٠°م. والتخمر قد يجرى على الحجم فى تنكات مع تلقيح مشابه ويحضن لمدة ٦ - ٨ ساعات. وتتابع الحموضة المنقطة وعندما تصل إلى ٠,٨٥ - ٠,٩٠٪ فإن اللبن المحمض يخلط ويبرد إلى ١٤°م ثم يوضع فى أوعية من عديد إيثيلين بأغطية من ألومنيوم. ثم ينضج الكفير على ٨ - ١٠°م لمدة ١٢ - ١٤ ساعة قبل بيعه. والنواتج النهائية يجب أن تخزن على درجة حرارة لاتزيد عن ١٠°م ولها عمر رف حوالى ٣ أيام.

٢- ولما كان الكفير المصنع من الحبوب له تكوين مختلف فإن تطور المزارع النقية قد تم ببعض النجاح. تحضر مزرعتان واحدة بكتيرية والأخرى تحتوى خمائر الكفير.

واللبن المسخن يلقح ببادىء خاص من اللاكتوكوكاى واللاكتوباسيلى - *Lactobacillus acidophilus* , *Lb. kefir* + معزول كفير لاكتوباسيلس - وتحضن على ٢٤ - ٢٧°م لمدة ١٨ - ٢٠ ساعة إلى جـ يد ٤,٤. وأثناء التبريد أو بعده إلى ١٢°م فإن اللبن يلقح بـ ٠,٠٢ - ٠,٢٪ بمزرعة ثانية تحتوى *Candida kefir*, *Lactobacillus brevis*. وتبادلياً فإن دفعتين من اللبن يمكن أن تخمر واحدة ببكتريا حمض اللاكتيك والثانية بـ *Lb. brevis*, *C. kefir* على ٣٣°م لمدة ١٨ ساعة ويمزجان وينضجان على درجة حرارة منخفضة والناتج له عمر رف حوالى ١٠ أيام.

وفى طريقة أخرى يستعمل بادىء بكتيرى من *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*، *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* (بادىء زبادى) ، *Lb. acidophilus*، *Lc. lactis*، *Leuconostoc* spp. لأول تخمر مع تحضين لمدة ٦ ساعات على ٣٢°م. والتخمر الثانى هو

تخمر خميرى يجب أن يجرى فى أوعية زجاجية تتحمل ضغوط ثانى أكسيد الكربون وتقفل الزجاجات بواسطة التاج وتحضن على ٢٠°م لمدة ٢٤ ساعة ويعقبها التخزين على ٤°م.

وهناك طرق تضيف السكروز لتخمر الخميرة حيث يوجد خمائر لاتخمر اللاكتوز مثل *Saccharomyces cirevisiae*.

وأحياناً يوجد الخميرة *Torulopsis holmii* والتى تستخدم الجالاكتوز حتى فى وجود الجلوكوز وهذا الأيض يمكن أن يكمل أيض الخمائر التى تستعمل اللاكتوز *S. salivarius* subsp. *thermophilus* والـ *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. وفى غرب أوروبا أمكن الوصول إلى طرق لقفل الزجاجات تسمح بهروب الغاز وتمنع دخول البكتيريا التى تسبب الشوائب والغبار.

خواص مشروب الكفير

يتميز الكفير بثخانة متجانسة للبن وله تلازج consistency وفوار effervescent وله حموضة منعشة وهو زبدى وله عبير الخميرة ونسبة الكحول به ٠.٠٨-٢ ٪. ومكونات النكهة هى: حامض لاكتيك ٠,٩٪ وفورميك وسكسنيك وخليك وبروبيونيك ، وأسيتالدهايد ، وإيثانول، وأسيتون (من اللبن) وثنائى الخليك diacetyl (من لاكتوكوكاى واللوكونوستوك) وثنائى الخليك هو الذى يعطى الناتج عبير الزبد وقد يصل إلى ١ جزء فى المليون والفوران يرجع إلى ك أ٢ - ٠,٠٨ - ٠,٢٪.

وهناك فرق فى الحموضة بين الطرق التقليدية والكفير الحديث المحضر بأحجام كبيرة مستخدماً بادئات مجفدة وخطوات تخمر منفصلة أى تخمر حمض اللاكتيك يتبعه تخمر خميرة/ لاكتيك أو خلط لبن متخمر بإستخدام بكتريا حمض اللاكتيك مع لبن مخمر بخميرة/لاكتوباسيلى. وهذه قد يكون لها حموضة تنقيط تبلغ ١٪، جـيد ٤,٠ أو أقل فى حين أن الطريقة التقليدية تعطى ناتجاً من الحبوب أخف وله جـيد ٤,٤ أو أعلا.

الأهمية الصحية والغذائية

اللبن وسط مغذى به لاكتوز وبروتين ودهن وفيتامينات وأثناء التخمر بعض اللاكتوز يستخدم وتنتج لاكتات وهذا حسن بالنسبة للأشخاص الذين يصعب عليهم إمتصاص اللاكتوز. وفى الكفير تنتج ل(+) لاكتات أكثر من د(+) لاكتات. ول(+) لاكتات يمكن إستخدامها فى القناة الهضمية للإنسان. ويحلمىء البروتين أثناء التخمر، ٧٪ يصبح متاحاً كببتيدات صغيرة ، ٢٪ كأحماض أمينية حرة مما يساعد على الهضمية. ومن المحتمل أن فيتامينات ب١، ب٢ وحمض فوليك تزيد بسبب تخمر الخميرة. وقد وجد نشاط ضد الأورام فى الفئران لعديد السكر القابل للذوبان فى الماء لحبوب الكفير ولما كان البادىء يحتوى أيضا *Lb. acidophilus* فلو كانت السلالة المناسبة فربما يكون منها باكتريوسين bacteriocin والباكتريوسينات قد تكون هامة ضد البكتريا الممرضة فى الأمعاء. وبعض سلالات بكتريا حمض اللاكتيك قد تكون مؤثرة على المركبات

التى تحمى ضد الطفرات mutagenic فى القناه الهضمية. (Macrae)

* كوميس koumiss

تقليديا الكوميس koumiss كان يصنع من لبن الفرس (أنثى الخيل) mare's ويستخدم الآن لبن البقر. ولبن البقر أغنى فى الدهن عن لبن الفرس كما أن لبن البقر به أقل من بروتين الشرش وأكثر من الكازين وهذا معناه أن هناك فروقات فى المنتجات المتخمرة.

الإنتاج: ينتج على نطاق واسع بإستخدام لبن البقر الفرز ويضاف سكر (٢,٥٪) لتشجيع نمو البادىء ويحضن اللبن على ٢٦ - ٢٨°م حتى يتكون جلطة coagulum فيقلب ويهوى ويوضع فى أوعية زجاجية بأغطية التاج للقفل. ثم يحضن فيتجمع ك أ، وبعد ذلك يخزن على درجة حرارة أقل من ٦°م قبل بيعه.

وقد وجدت طريقة لزيادة بروتين الشرش - نظراً للفرق بين لبن البقر ولبن الفرس - بإستخدام الترشيح الفائق لزيادة بروتين الشرش فبإمرار رينيت الشرش خلال هذه الأغشية فإن البروتين يتركز ولكن لايتركز اللاكتوز ولبن البقر يمكن إضافة المحتفظ به retentate لضبط نسب البروتين. ويمكن إستخدام درجة حرارة ٨٥°م لمدة ١٠ ق بدون متاعب مع التلازج.

والبادىء يلقح بنسبة ١٠٪ ويتكون من خليط من *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*، *Lb. acidophilus*، *Saccharomyces* lactis.

والناتج النهائى يرغى وله حموضة لاكتيكية ونسبة كحول إلى ١٪ ولايوجد له نكهة خميرية.

* (لبن، لبن) لبنة laban, leben, labneh

وهذه تشبه الزبادى واللبنة لبن مختمر وهو حمضى لاكتيكى ينسكب pourable وله عبير الزبادى/مخيض اللبن (لبن الزبد) مع بعض الحذاقة pungency وهو يصنع من لبن البقر.

وفى بعض الأماكن يخمر لبن الماعز والجمل والنعاج ewe والتركيب يختلف وكذلك الأحياء الدقيقة والناتج الجيد له فلورا خمض لاكتيك عالية. وتوجد اللبنة فى الهند وتشبه الزبادى وقد تسمى داهى dahi وهى تنكه بالملح بينما الداهى حلو.

* ياكولت yakult

ياكولت إسم لمعهد أبحاث فى طوكيو، اليابان وقد قاموا بتطوير وتسويق ناتج مختمر ياكولت yakult. وياكولت أصبح له معنى بادىء للتخمر ويستخدم لتخمير الصويا ولبن جوز الهند. والمنتجات التى تأتى من لبن الحيوانات وتخمر بالياكولت لها لاكتوز منخفض وكثيراً مايضاف إليها بروتين الشرش. والمزرعة تحتوى سلالات مختلفة من اللاكتوباسيلى وأهمها *Lactobacillus casei* وينتج الحمض ولكن معظم منتجات الياكولت تحلى وتنكه بالفواكه وأهمها الفراولة. وهناك عدة مزاعم لمنتجات الـ *Lb. casei* فالكائن يستطيع تثبيط كثير من البكتريا الممرضة المعوية enteric بمافيها أنواع من أجناس *Shigella*، *Salmonella*،

Escherichia coli ، والـ *Pseudomonas aeruginosa*. كما أن سلالة *L. casei* واى.اى.ت ٩٠١٨ YET 9018 لها نشاط ضد الأورام فى الفئران. ونفس الكائن نشط لاقطات الكائنات الدقيقة microphages مما يساعد الجهاز المناعى. (Macrae)

الأهمية الغذائية dietary importance

إن إنتاج اللبن المتخمر يعتمد أساساً على التغيرات الفيزيقية والكيماوية التى تحدث فى اللبن عن طريق نمو وأيض بكتريا حمض اللاكتيك فهى تخمر اللاكتوز وتنتج حمض لاكتيك ٠,٧ – ٠,٩٪ جم/١٠٠جم لبن متخمر فى حالة الستربتوكوكاى وفى حالة اللاكتوباسيلى ٠,٩ – ٢,٠٪ مع آثار من مركبات أخرى عضوية. ويحدث تجلط للبن إلى خثرة ناعمة ومتجانسة مع قوام متماسك ونكهة حمضية تختلف من منتج إلى آخر. والبكتريا المتغايرة المُخَمِرَّة تنتج حمض لاكتيك من لاكتوز وبجانب ذلك تنتج عدداً آخر من المركبات مثل أحماض الخليك والبروبيونيك والفورميك، والكربينول خليك الميثايل، وثنائى الخليك والكحول وثانى أكسيد الكربون والتى تتكون من تخمر حمض السيتريك فى اللبن وهذا يعطى المنتج المتجلط عبيراً لطيفاً متميزاً. وإذا وجدت الخمائر المخمرة للاكتوز فإن كميات من كحول الإيثايل وثانى أكسيد الكربون تتكون.

القيمة الغذائية: يسخن اللبن إلى درجة حرارة مرتفعة ٨٩ – ٩٠°م أو يغلى قبل تحضير اللبن المتخمر منه. وتسخين اللبن يقلل من إتاحة الليسين ويسبب هدم لبعض الأحماض الأمينية الكبريتية وفيتامين ج وبعض فيتامينات ب. والجدول (١) يعطى بعض التغيرات بتأثير الكائنات الدقيقة.

جدول (١): بعض التغيرات التى تحدث فى اللبن بتأثير التخمر اللاكتيكى.

المكون	التغير
بروتينات اللبن (٣,٠-٤,٥٪)	تتجلط إلى خثرة ناعمة مع إنتشار جسيمات البروتين فيتغير إلى ببتونات جزئياً (٠,١ – ٠,٧٪) ويستخدم فى نمو الكائنات الدقيقة فيزداد بروتين الخلية ويزداد النتروجين غير البروتينى وتنطلق الببتيدات والأحماض الأمينية.
لاكتوز (٤,٥-٥,٠٪)	تستخدمه بكتريا البادىء جزئياً وتنتج حمض لاكتيك ٠,٦ – ٢,٠٪ وأحماض طيارة، ومركبات أروماتية منكهة مثل ثنائى الخلات و ك أ٢ قد تتكون بواسطة البكتريا المتغايرة المتخمرة وقد تنتج الخميرة المخمرة للاكتوز كحولاً و ك أ٢
دهن اللبن (٣,٥-٧,٠٪)	لاتغير ملحوظ وإن إقترح أن التخمر يؤدى إلى هضم جزىء لليبيدات
المعادن (٠,٧-٠,٨٪)	لاتغير ملحوظ
الفيتامينات	لاتغير فى الفيتامينات القابلة للذوبان فى الدهن أ، د، نى. وقد تزيد أو تنقص فيتامينات ب تبعاً لسلالات المزرعة المستخدمة.

قيمة البروتين protein quality: تعتمد قيمة بروتين اللبن المتخمر على اللبن المستخدم وقيمة بروتين الخلية الواحدة الناتج من المزرعة المستخدمة والأحماض الأمينية الحرة والببتيدات المطلقة نتيجة النشاط البروتيوليتي للكائنات الدقيقة. فتتحول البروتينات التي تنتج خثرة صلبة في المعدة إلى خثرة ناعمة تحتوي على جسيمات الكازين المنتشرة بنعومة والناتجة من فعل البكتريا في اللبن المتخمر. وهذه مفيدة للأطفال وكبار السن والذين يعانون من قرح في المعدة لأن الخثرة الناعمة الناتجة أسهل في الهضم عن اللبن.

المحتوى من أحماض أمينية حرة: تختلف الأحماض الأمينية المطلقة بإختلاف البكتيريا وتبلغ في الداهي ٠,٢ – ٣٨,٠ مجم/١٠٠جم وأعلا تركيز للأحماض الأمينية في الداهي كان ذلك المعد بخلطة مزارع تحتوى

Lc. lactis subsp. *cremoris* ,
S. salivarius subsp. *thermophilus*

بروتينات الكائنات الدقيقة microbial proteins: عند إستهلاك اللبن المتخمر فإن عدداً كبيراً من خلايا البكتيريا (10^{9} – 10^{10} خلية/١٠٠جم) والمنتجات المطلقة منها تدخل القناة الهضمية ومعظمها يبطل نشاطه بفعل حمض الكلورودريك والببسين ، ٦٠٪ من نتروجين خلية الكائنات الدقيقة -فيما عدا مواد جدار الخلية والأحماض النيوكلية- يمكن إستخدامها في الجسم وتبلغ نسبة الأحماض الأمينية الضرورية لبروتينات خلية الكائنات الدقيقة في اللبن المتخمر من ٣,٠ – ٦,٥ مجم/١٠٠ جم من الناتج وبعض الخلايا وجد أنها غنية في الميثيونين والليسين والسستين. وقد وجد أن بكتريا البادىء يتم حلمأتها جزئياً أو كلياً في القناة الهضمية مما يعطي أحماضاً أمينية ضرورية للإنسان تكمن في منفعتها فيما بينها.

القيمة البيولوجية biological value: إن جودة البروتين من اللبن المتخمر الهندي داهي dahi قدر بمعرفة الكائنات الحية بإستخدام S. zymogenes ككائن الاختبار وقد وجد أنه أعلا ٣١ – ٣٠٪ عن اللبن المستخدم في تحضير الداهي وقد وجد أن العينات التي حضرت بإستخدام مخاليط المزارع

Lc. lactis subsp. *lactis* , *Lc. lactis* subsp. *cremoris* ، *S. salivarius* subsp *thermophilus* ، *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*

أعطت قيماً أعلا عن المزارع الأخرى. وإدخال *Propionibacterium shermanii* أعطى زيادة في جودة البروتين. وترجع تحسين هضمية البروتين في اللبن المتخمر إلى: ١- نقص في حجم جسيم البروتين . ٢- زيادة البروتين الذائب. ٣- زيادة في النتروجين غير البروتيني. ٤- زيادة في الأحماض الأمينية الحرة . ٥- خثرة أنعم تنتج من إستخدام حرارة عالية. ٦- البروتين يصبح متجلطاً جزئياً. ٧- زيادة في إنتاج الإنزيمات الهاضمة بواسطة الغدد اللعابية بتنشيطها بجسيمات

الخثرة. ٨ - أن بروتينات اللبن المتخمر تبلغ ضعف بروتينات اللبن فى هضميتها.

المحتوى الفيتامينى vitamin content: يوجد إختلاف فى النتائج ربما نتج عن إستخدام سلالات مختلفة وظروف مختلفة للتخمر. فبعض المزارع تزيد من محتوى الثيامين وحمض الفوليك وحمض الفولينيك وكذلك الريبوفلافين وقد يرجع هذا إلى تخليق هذه الفيتامينات بواسطة الكائنات. والبعض وصل إلى أن بعض الفيتامينات تقل مثل حمض النيكوتينيك والبانتوثينيك والبيوتين والمعتقد أن هذا راجع لإستخدامها بواسطة الكائن وعموماً فإن الألبان المتخمرة التى تحتوى مزارع خميرة مع مزارع بكتيريا زادت من مستويات الثيامين والريبوفلافين وحمض الفوليك.

هضمية اللاكتوز lactose digestibility: المهم التفرقة بين عدم المقدرة على هضم اللاكتوز وعدم المقدرة على هضم اللبن ويعرف عدم المقدرة على هضم اللاكتوز بأنه وجود مظاهر هضم فى القناة المعدية المعوية gastrointestinal symptoms بعد إعطاء جرعة إختبار واحدة حوالى ٥٠ جم لاكتوز فى محلول مائى. وفى نسبة عالية من سكان العالم فإن نشاط اللاكتاز منخفض أو غائب. ولكن هذا الإنزيم يوجد فى مزارع البادىء. والأشخاص ناقصو اللاكتاز يمكنهم هضم الألبان المتخمرة أحسن من اللبن ويرجع ذلك إلى أن المزارع المستخدمة لأنها غنية فى اللاكتاز تحلمىء اللاكتوز.

هضمية الدهون fat digestibility: إن التجارب التى أجريت استخدمت مزارع الكائنات مع مستحلبات ثلاثى البيوترين tributyrin ولم يثبت خلالها أن ليباز البكتريا عمل على الليبيدات فى المنتجات.

تأثير التخمر على إمتصاص المعادن: عندما اختبرت الإتاحة الحيوية للمعادن الضرورية ومعادن الآثار فى إختبارات الفأر بإستخدام أغذية مبنية على اللبن والزبادى المبستر وغذاء تجارى فإنها وجدت كما قيست بإمتصاص الأمعاء وإفراز البول ومحتوى العظام من الكالسيوم والفوسفور والمغنيسيوم والخارصين كانت فى جميع الأغذية أعلا منها فى الغذاء التجارى. وفى تجارب على الفئران فإن إتاحة الكالسيوم والفوسفور من الألبان المتخمرة زادت بنسبة ٧٪ ، ١١٪ على التوالى إذا قورنت باللبن وفسرت التجارب بأن معقدات الكالسيوم الغروية وحمض اللاكتيك تزيد من امتصاص الكالسيوم. (Macrae)

منتجات اللحوم المتخمرة
fermented meat products
السجق الخام والهام الخام معاً يسميان منتجات اللحوم المتخمرة ولو أن عمل الكائنات الحية الدقيقة يختلف فى كل منهما. ففى معظم السجق الخام فإن التخمر بواسطة الكائنات الدقيقة التى تنمو فى الداخل - وأحياناً فى الخارج - مهم. وبالعكس ففى الهام الخام نمو الكائنات الدقيقة فى الداخل غير مرغوب فيه. وإن كان فى بعض المنتجات تنمو بعض أنواع الفطر على السطح

يجب السماح به. وبعض أنواع الهام يسمح بغمرها لتعالج فى وجود بكتريا نافعة.

الهام الخام raw hams

الهام الخام صنع فى الصين وأوروبا منذ حوالى ٣٠٠٠ سنة. والأساس هو حفظها فى نشاط مائى نم a_w منخفض يتم الحصول عليه بالتمليح والتجفيف وأحياناً يحتاج الماء أن يفقد من الخارج وهذا يحتاج لوقت وعلى ذلك فحفظ اللحوم فى الأطوار الأولى على درجة حرارة ٥°م لتجنب نمو الكائنات الدقيقة فى داخل الهام وبعد أن يخترق الملح على الأقل ٤,٥٪ أى حوالى ٠,٩٦ نم فإن الناتج يسمح له بالنضج أو يدخن كما يسمح له بالتجفيف على درجة حرارة الغرفة لمدة عدة أسابيع وربما ١٢ شهر. و نم للمنتجات المنضجة جيداً يتراوح مابين ٠,٩ - ٠,٨ نم ولكن محتوى الملح يجب ألا يزيد عن ٥ - ٦٪.

وفساد الهام الخام يتسبب عن البكتريا المحبة للبرودة Enterobacteriaceae مثل *Serratia liquefaciens* والسلالات غير البروتيولوتية للـ *Clostridium botulinum type* B النوع ب والتى تنمو فى الهام فوق ٥°م وتسبب خطراً من تسمم الأغذية.

ويبلغ عدد أنواع الهام ١٠٠ نوعاً ويمثلها الهام ذو العظام المصنوع من الخنزير مثل هام فرجينيا فى الولايات المتحدة والهام الطازج الذى ينضج لمدة طويلة ومنه الباسطرمة التى تصنع فى البلاد المسلمة. وبعضها يدخن وبعضها يعالج بالملح وبعضها مما ينضج طويلاً يصنع من الخنزير أو البقر بإضافة نترات الصوديوم أو نتريت الصوديوم فى طرق الإنضاج القصيرة. وفى طريقة مستعجلة يحقن المأج المعالج فى الباكون محتوياً على نتريت وهذا يضمن نفاذاً سريعاً.

السجق الخام raw sausages

فى الصين عرف السجق الخام لوبتشيون lupcheon منذ حوالى ٢٠٠٠ سنة وهذه المنتجات لاتختمر بل تثبت نم فيها على حوالى ٠,٧٥ حيث أن إنخفاض رقم جيد يجعلها غير جذابة للمستهلك الصينى. ويوجد عدد صغير من المنتجات ذات رقم جيد المنخفض يقدر فى الشرق وهذه تهرس comminuted وتدخن من بقر أو خنزير (مام mam أو نام nham) فى تايلاند وذات أرقام جيد تتراوح مابين ٤,٠ - ٤,٥. وحفظ السالامى salami يتطلب التمليح والتخمر والتجفيف مع إضافة النتريت أو النترات وأحياناً الدخان.

طرق الإنتاج: سجق السالامى يتكون من لحم طازج مقطع chopped بدقة ودهن وتخلط مع ملح وتوابل وبعض المضافات وتحشى فى أغشية casings وتجفف لوقت كاف. ويتوقف على نوع المنتج فإن الفقد خلال التجفيف يتراوح مابين ١٠-٢٠٪ وفى المنتجات ذات نسب الرطوبة المرتفعة فإن نسبة الحموضة تكون مرتفعة وعادة يمكن تخزينها بدون تبريد وإستهلاكها بدون تسخين.

ويمكن إنتاج سجق متخمر من ٣/١ خنزير، ٣/١ بقر، ٣/١ دهن الخنزير والمسلمون ينتجون السجق

الخام مثل السودجوك soudjock فى تركيا من البقر فقط والدهن المستخدم يأتى من اللية fat-tailed sheep.

وإضافة ملح ٢,٥ - ٣٪ ضرورى فى السجق المختمر وإضافة النتريت أو النترات - والتى يتم إختزالها بواسطة البكتريا - ويضاف اسكوربات الصوديوم حوالى ٣٠٠ - ٥٠٠مجم/كجم يضاف كثيراً مع النتريت لإسراع تطور لون ونكهة المعالجة. والسجق المنضج جيداً يحتوى ٣,٠ - ٤,٠٪ كلوريد صوديوم و ١٠ - ٣٠ مجم نتريت ونترات لكل كيلو جرام لحم وإضافة ٠,٣ - ٠,٥٪ جلوكوز أو سكروز وأحياناً لاكتوز ٠,٥ - ١,٠٪ يساعد على نمو بكتيريا حمض اللاكتيك وبالطبع فالتوابل نافعة للنكهة وتبلغ نسبتها ١٪ خاصة الفلفل والبسباسة mace والحبهان والثوم والمنجنيز الموجود فى التوابل يشجع نمو بكتريا حمض اللاكتيك.

ولخلط خليط السجق فإنه تستخدم القاطعات cutters أو الطحانات وتتوقف درجة الهرس على نوع الناتج ويضاف الدهن حتى يمكن الحصول على تلازج يشبه اللارد ثم يضاف اللحم والملح والتوابل. ويوضع خليط السجق فى الأغشية سواء طبيعية أو مصنعة بحيث تكون نفاذة لبخار الماء والدخان ويتابع إنكماش السجق أثناء التجفيف ويتراوح قطر الأغشية بين ٣٠ - ٩٠سم.

ويستخدم عدد من الظروف الجوية - درجة الحرارة ونسبة الرطوبة وسرعة الهواء - فى إنضاج السجق المختمر ففى الولايات المتحدة يستخدم درجة حرارة ٤٣°م وفى ألمانيا الغربية تبتدىء العملية على حوالى ٢٥°م أو أقل ثم تبرد إلى أقل من ١٥ - ١٨°م فى حين فى هنغاريا وايطاليا فإن السالامى يحتفظ به فى معظم الوقت مابين ١٠-١٥°م وكلما إرتفعت درجة الحرارة كلما قل زمن الإنضاج وهو قد يحتاج إلى ٧ أيام أو يمتد إلى ٩٠-١٠٠يوم وعادة فإن المنتجات التى تنضج ببطء لها نكهة أحسن والأخرى لها نكهة قوية tangy.

الكائنات الدقيقة فى السجق المتخمر
microbiology of fermented sausages

عادة السجق الطازج يصل إلى درجة الثبات والأمان خلال عدد من الحواجز/العقبات hurdles كالنتريت وجهد الأخسدة والفلورا المتنافسة ورقم جـ يد و ن م وبهذه العوامل يثبط كل من الفساد والتسمم البكتيرى. وعلى اليد الأخرى فإن الكائنات المرغوبة فى السجق المتخمر خاصة بكتيريا حمض اللاكتيك لاتتأثر وربما تشجعت بهذه الحواجز.

وأهم الكائنات الدقيقة فى الإنضاج المرغوب للسجق الخام هى جنس *Lactobacillus* و *Staphylococcus* ومنها pediococci و micrococci والخميرة والفطر. ويستخدم - كما تدخل فى البادىء أو المزارع الحامية.

Lactobacillus sake, L. curvatus, L. plantarum, Pediococcus acidilactici, P. pentosaceus, Staphylococcus xylosus, S. carnosus, S. saprophyticus, Micrococcus varians, Debaryomyces hansenii, Penicillium nalgiovense

وتضاف البكتريا عادة إلى خليط السجق كمزارع مضبوطة مختلطة تحتوى بكتيريا حمض اللاكتيك والـ micrococaceae وأحياناً الخميرة. وتنتج

بكتيريا حمض اللاكتيك (اللاكتوباسيلى lactobacilli والبيديوكوكاى pediococci) حمض اللاكتيك من الكربوايدرات وبذا تساهم فى طعم السجق الخام وتساعد على تثبيط البكتريا غير المرغوبة مثل سالمونيلا *Salmonella*، ليستريا *Listeria*، *Staphylococcus aureus* و *Clostridium botalinum*. وبعض سلالات بكتيريا حمض اللاكتيك تنتج باكتريوسينات bacteriocins وهى مواد مشابهة للمضادات الحيوية ويتم الآن دراسة كفاءة هذه المواد كمثبطات للكائنات المسببة لتسمم الأغذية خاصة *Listeria monocytogenes* والـ Micrococaceae (الأستافيلوكوكاى والميكروكوكاى) تنفع لأنها تنتج بروكتاز النترات والكتالاز والتى تحول النترات المضافة إلى نتريت وتؤخر التزنخ التأكسدى الناتج عن تكون البيروكسيد. والنشاط الليبوليتى لبعض أنواع الـ Micrococaceae يعتبر هاماً فى إنتاج نكهة السالامى التقليدية. ويساعد كل من التحلل الدهنى والبروتينى على تحسين نكهة السجق المختمر وإن كانت كثرة منه له تأثير عكسى. وكما فى الـ Micrococaceae فإن الخميرة توجد أساساً على الطبقة الخارجية للسجق الخام لأنها تنمو فى وجود الأكسجين. والخميرة تشجع على تكوين لون السجق الخام المعالج وتساهم أيضاً فى النكهة. والفطر المرغوب عندما ينمو على سطح المنتج فإنه يعطى السالامى المختمرة بالفطر نكهتها ومظهرها المميزين كما أنها تقلل من إختراق الأكسجين إلى داخل المنتج.

ويمكن أن يحدث فساد السجق المتخمر بواسطة بكتريا حمض اللاكتيك إذ أنها تحدث فوق حموضة وتكون غازات (ثغور دبوسية pinholes) وتغير فى اللون (أكسدة صبغات اللحم) ويجب مراعاة بكتيريا تسمم الأغذية مثل السالمونيلا والاستافيلوكوكاى والليستيريا والفطر المنتج للزعاف. والـ *Clostridium botulinum* لاتعتبر خطراً فى هذه المنتجات لأن نموها يثبطه كل من $ن_م$ و $ج_{يد}$ وبكتريا حمض اللاكتيك. وإذا كانت إضافة النتريت أو الحموضة غير كافية فإن السالمونيلا تنمو بأعداد كبيرة. والـ *Staphylococcus aureus* يمكن أن تنمو إلى أعداد حرجة فى السجق المنضج على درجة حرارة عالية - أعلا من ٢٥°م - إذا كانت $ج_{يد}$ عالية. وكثيراً ماتوجد *Listeria monocytogenes* فى اللحم ولكن تثبط بكفاءة بواسطة بكتيريا حمض اللاكتيك. ومعظم الفطر الذى يوجد على اللحوم يفرز زعافاً وهذه الزعافات الفطرية قد تخترق المنتج وعلى ذلك فإن نمو الفطر غير المرغوب فيه على السجق الخام يجب وقفه.

والنيماتودا *Trichinella spirallis* طفيل بالنسبة للإنسان والخنزير وهو خطر لمستهلك الخنزير الطازج ولكن فى السجق المختمر المنضج وكذلك الهام فإن الدودة الشريطية *trichinae* تثبط بواسطة $ن_م$ مع $ج_{يد}$ ويمكن فى اللحوم المتخمرة لفترات قصيرة ضبط الدودة الشريطية إذا كانت هذه اللحوم قد جمدت أو أنها تسخن قبل الأكل. وعندما يتحول السجق الخام أثناء نضجه من حالة السول sol إلى حالة الجل gel فإن البكتريا تثبت

وتنمو بكتيريا حمض اللاكتيك بسرعة أثناء التخمر بينما تنهدم بعض أنواع الكائنات الأخرى. ونمو بكتيريا حمض اللاكتيك لايحدث إلا في أعشاش nests أو جيوب pockets حيث البكتيريا لاتستطيع الهرب. ودراسات المجهر الاليكتروني أظهرت أن هذه الأعشاش تبلغ ١٠٠ - ٥٠٠٠ ميكرومتر والمساحات بين الشبكات التي توجد بين الأعشاش تكون خالية من البكتريا وعلى ذلك فنواتج الأيض المتكونة في هذه الأعشاش مثل حمض اللاكتيك الذي تفرزه اللاكتوباسيلي يجب أن ينتشر خلال الشبكة matrix من أجل أن يحدث النضج في السجق الخام ولتثبيط البكتريا غير المرغوبة مثل السالمونيلا salmonellae وعلى ذلك فيمكن إعتبار نضج السجق الخام "تخمر حالة صلبة solid state fermentation".

خواص الجودة

إن نسبة الدهن في الهام الخام تعتبر منخفضة جداً خاصة إذا أزيل الدهن أثناء الإنتاج أو قبل الإستهلاك ولكن فإن نسبة الدهن في السجق الخام تعتبر عالية فهي ٣٥ - ٥٠٪ للحاجة إلى الدهن في السجق تقنياً ولأنه يساعد في النكهة. وتبلغ نسبة الملح في الهام الخام ٥ - ٨٪ وفي السجق الخام ٣,٥ - ٤٪ ونسبة النتريت والنترات في السجق المخمر سريعاً صغيرة وهي كذلك بالنسبة للهام الخام المنتج بدون نتريت أو نترات وعموماً فإن الهام المنتج بالنترات فإن البقية المتبقية يجب ألا تزيد عن ٣٠٠مجم/كجم. (Macrae)

خمان/بلسان elder (berry)

الإسم العلمي *Sambucus canadensis*

الفصيلة/العائلة: بلسانية

Caprifoliaceae (honeysuckle)
(Everett)

بعض أوصاف

لها أوراق ريشيه pinnate مع وريقات عددها وتري odd number والأوراق عكسية والوريقات مسننة والأزهار البيضاء أو المبيضة حوالي ١/٤ بوصة في القطر وفي عناقيد وهي تؤكل ويمكن تحميرها في عجينة أو يعمل منها شاي أو نبيذ والثمار سوداء أو أرجوانية عميقة إلى حمراء.

والثمار الطازجة غير مستساغة ولكن يمكن عمل جيللي منها ولكن لنقص الحمض فيها فإنها تخلط مع فواكه أخرى أو عصير ليمون ويحضر منها نبيذ وهي تجفف أو تطبخ. والأوراق قد تكون سامة ولكنها غنية كمصدر للبروتين.

القيمة الغذائية

كل ١٠٠ جم بها ٧٩.٨٪ رطوبة وتعطي ٧٢٪ كالوري وبها ٢,٦ جم بروتين، ٠,٥ جم دهن، ١٦,٤ جم كربوايدرات، ٧,٠ جم ألياف، ٣٨.٠ مجم كالسيوم، ٢٨,٠ مجم فوسفور، و ٣٠٠ مجم بوتاسيوم، ١,٦ مجم حديد، ٦٠٠ وحدة دولية فيتامين أ، ٣٦,٠ مجم فيتامين ج، ٠,٠٧ مجم ثيامين، ٠,٠٦ مجم ريبوفلافين، ٠,٥ مجم نياسين، ٠,١٤ مجم حمض بانتوثينيك، ٠,٢٣ مجم بيريدوكسين.
(Ensminger)

الأسماء: بالفرنسية sureau وبالألمانية Holunder وبالإيطالية sambuco وبالأسبانية sauco.
(Stobart)

لحم الخنزير pork

يعتقد أن الخنازير فى الولايات المتحدة أتت من الخنزير الأوروبـــى (sus sero fa) wild boar والخنزير الشرقى الهندى (sus vitta tus). ويذبح الخـنزير عندمـا يبلــغ ١٠٥ كجـم وهــو يصــل إلى المذبـح فيذبـح فـى خـلال ٢-٣ سـاعات وفـى الخنازير فـإن الضغـوط الشـديدة يسـبب أن يكـون اللحم فاتحاً ومائياً ويعرف بإسم فاتح وطرى ومفرز pale, soft & exudative PSE فى حين أن الضغط لمدة طويلـة يعطـى عضلات غامقـة وشـكلاً جافـاً جـداً وتعـرف بإسـم غـامق ومتماسـك وجـــاف dark, firm & dry DFD ويرجـع ذلـك إلى تغـيرات فسيولوجية بـين وقـت المـوت وإستكمال التيبـس الرمى rigor mortis (جسوء رمـى) ولذا ينصح بتقليـل الضغـوط وبمنـع الأكل عن الحيوان فى هذه الفترة مما يقلل إمتلاء المعدة فتتحسن تصافى الذبيحة ويساعد على إزالة الأمعاء أثناء الذبح ويقلل الشوائب ويحسن اللون.

الذبح

يبتـدىء الذبـح بعـد المـوت ويستمر خـلال فـترة الذبح والتصنيـع والمعاملـة. ويـدوخ الحيـوان إمـا كهربياً أو بأى خبطة على الرأس أو بتمرير الحيوان فى غرفة بها ك أ٢ أو يوقـــف القلـــب cardiac arrest stunning. والغـرض مـن التدويـخ أن يصبح الحيوان غير واع وفى نفس الوقـت يسـمح للقلب بالإستمرار فى العمل فيضخ الـدم إلى خـارج الجسم. ثم يرفع من الرجل الخلفية ويقطع الوريد الوداجى jugular vein وهذا ينزف ٥٠٪ من الدم والباقى يخرج مع الأعضـاء. والجلـد إمـا يـزال أو يسمط بوضعه فى ماء ساخن (٦٠°م) ثم يزال من تلك السمط ويزال الشعر ميكانيكياً. والجلد يحتفظ بـه للإسـتخدام فـى الملابـس وغيرهـا. ثـم يفتـح التجويف الصدرى وتـزال الأعضـاء الداخليـــة. ثم تزال الذبيحة وتوزن وتوضع فـى غرفـة تـبريد علـى -٢ إلى ٥°م حيث يحدث التيبس الرمى.

التصنيع

تقسـم الذبيحـة إلى هـام وخـاصرة loin وكتــف بوسـطن Boston shoulder وكتـف البكنيـك (الفسـحة) picnic shoulder والبطــن belly والإرب الضلعية spare ribs.

المعاملة processing

يتم عمـل فطـائر patties بطحـن تشـذيبات لحـم الخـنزير أو يعمـل سـجق أم الهـام والبطـن فتعـالج وتدخن والمعالجة إما أن تكون جافة أو بمحلـول فيضخ المحلـول أو يحقـن خـلال اللحـم ويتكـون المحلـول من مـاء وملـح وسـكر وفوسـفات ونـتريت واريثوربـات erythorbate أو توابـل ومنكـهات. الهام يوضع عليه روشم بنسبة البروتين على أساس الخلـو مـن الدهـن. وللتخلـص مـن (الترخينـة) *Trichinella spirallis* يعـرض الهـام للحـرارة أو التجميد.

التكوين الكيماوى chemical composition

لحـم الخـــنزير الطـــازج حـــوالى ٧٠ - ٧٥٪ مـــاء والبروتين من ١٨ - ٢٢٪ ويوجد ثلاثة أنـواع مـن

البروبيـــات ميوفيــبريد myofibrilla (عضليــة skeletal) ، ستروما (نسيج ضام) وساكروبلازمية (صغيـرة). والدهـن حـوالى ٥ - ٧٪ ويتكـون مـن فوســفوليبيدات وجليســريدات ثلاثيــة. وتبلــغ الكربوايدرات ١٪ والفيتاميـات والمعـادن مـن ١ - ٢٪.

الخطر من الكائنات الدقيقة وغيرها

تؤثر الكائنات الدقيقة الآتية بالتسمم الغذائى:

Staphylococcus aureus, *Bacillus cereus*, *Salmonella spp.*, *Yersinia enterocolitica*, *Clostridium botulinum*, *C. perfringens*, *Campylobacter fetus* subsp. *jejuni*

ومـن أهـم مـاقد ينقلـه لحـم الخـنزير النيمـاتودا *Trichinella spiralis* ولكـن هـذا يمكـن تجنبـه بتسخين لحم الخنزير إلى ٦٢ °م والمعامل التى تبيع لحم الخنزير الذى لن يسخن عليها أن تسخنه أو تجمده لكى تعلـن أنه خـال مـن الدودة الشريطية. والمعامل التى تعامل لحم الخنزير عليها أن تحفظ درجة الحرارة تحت ١٠ °م وأن تنظف وتطهر كل فترة معينة.

والفطر والخمائر تأثيرها بسيط لأن البكتريا تسود وفى منتجات لحم الخنزير الجافة قد ينمو الفطر ولكن هذا يعالج بالغمس فى سوربات البوتاسيوم أو بالحفظ بالتعبئة تحت فراغ.

ولحـم الخـنزير يؤكـل كروسـت/مشـوى وكضلعيـة steak وباربيكيـــــود barbecued spare ribs وكقطع مشويــــة grilled pork chops كما أنه يصنع كباكون ويدخل فى البيتزا كما يعمل منـه فطـائر patties أو سـجق. وينتـج عـن لحـم الخنزير منتجات إضافية فالدم والعظم والأحشاء الداخلية غير المأكلـة تجفف وتطحـن وتسـتخدم كعلف للحيوان. والجيلاتين يصنع من البروتينات الكولاجينية كما أن المشحمات واللدائـن والمطـاط يصنع من الأجزاء المشذبة. والشعر يستخدم فى الفرش وللغزل كما أن الجلد يستخدم. كما يحضر منه أنسولين وهيبارين وصمامات القلب تستخدم بحيث أنه يمكن أن يقال أن لاشىء يفقد من لحم الخنزير. (Macrae)

لحم الخنزير

لحـم الخـنزير يذبـح عنـد ٢٢٠ رطـل ، ٧٥٪ مـن الذبيحة تصبح قطعيات نافعة والباقى ٢٥٪ - ١٥٪ دهن، ٥٪ للسجق ، ٥٪ أقدام ذيل وعظام الرقبة. ٣/١ لحم الخنزير الذى يباع فى الولايات المتحدة يستخدم طازجاً و٣/٢ يعالجوا أو يدخنوا.

الخواص التى يتطلبها المستهلك فى لحم الخنزير

١- الجـودة: جـودة اللحـم الأحمـر تبنـى علـى التماسك والقوام وتوزيع الدهن واللون.

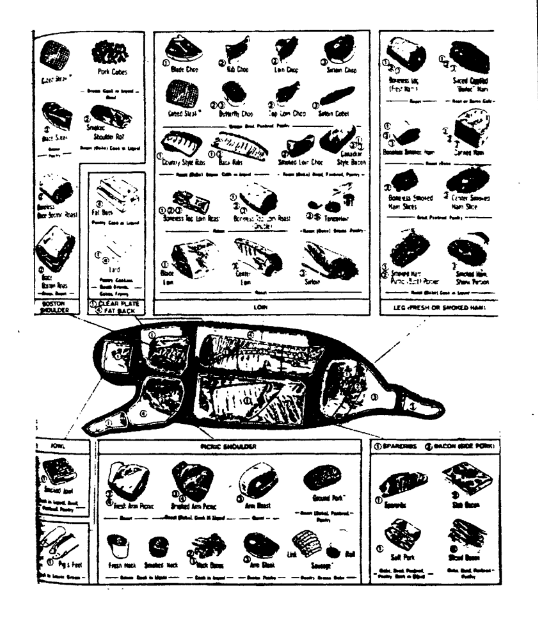
٢- التماسك: يتأثر بنوع الدهن وكميته فـالخنزير الذى يعلف على فول سودانى يعطى لحماً طرياً.

٣- القـوام: يفضـل اللحـم الأحمـر ذو القـوام ذو الحبيبات الدقيقة والعظام المسامية الوردية.

٤- توزيع الدهن فى اللحم: فوجـود قطع ما بين الضلوع وداخل العضلات يدل على توزيع الدهن الجيد فى اللحم.

٥- اللون: يفضل المستهلك الدهـن الأبيض فى الخارج ولحم أحمر وردى رمادى مع دهن داخليا.

WHERE THEY COME FROM AND HOW TO COOK THEM



The retail cuts of pork; where they come from and how to cook them.
(Courtesy, National Live Stock and Meat Board, Chicago, Ill.)

٦- إزدياد العضلات: كلما زاد سمك العضلة كلما كان أحسن.

٧- التكرار: المستهلك يجب أن يجد منتجاً معايراً فيشترى نفس الجودة السابقة.

درجات لحم الخنزير الفدرالية

الجودة والناتج يرتبطوا فى وحدة واحدة بعكس النظام بالنسبة للحم البقر والجمل. وهو إما مقبول أو غير مقبول. والقبول يحدده ملاحظة قطع السطح ويتعلق بالتماسك وتوزيع الدهن فى اللحم الأحمر واللون ومناسبة البطن لعمل الباكون وكذلك طراوة softness وتزييت الذبيحة.

القيمة الغذائية

كل ١٠٠ جم تحتوى ٤٢,١٪ رطوبة وتعطى ٤١٠ سعراً وبها ٢٠,٩ جم بروتين، ٣٥,٦ جم دهن، صفر جم كربوايدرات وصفر جم ألياف، ٩,٠ مجم كالسيوم، ٢١٣,٠ مجم فوسفور، ٦٥,٠ مجم صوديوم، ٢٣,٠ مجم ماغنيسيوم، ٣٩٠,٠ مجم بوتاسيوم، ٢,٣مجم حديد، صفر مجم فيتامين أ، صفر مجم فيتامين د، صفر مجم فيتامين ج، ٠,١٣ مجم ثيامين، ٠,٠٦ مجم نياسين و ١,١٨مجم حمض بانتوثينيك.

(Ensminger)

الأسماء: بالفرنسية porc وبالألمانية Schweine fleisch وبالإيطالية carne di maiale وبالأسبانية carne de cerdo.

(Stobart)

خنق

المنخنقة هى التى تموت خنقاً وهو حبس النفس سواء فعل بها ذلك آدمى أو اتفق لها ذلك فى حبل أو بين عمودين أو نحو ذلك. (القرطبى)

الخوخ والخوخ الأملس/دراقين/ رحيقانى/زليقة

peaches & nectarines

الإسم العلمى *Prunus persica*

Prunus persica var. *nectarine*

الفصيلة/العائلة: الوردية Rosaceae (rose)

بعض أوصاف

يحتاج كل من الخوخ والخوخ الأملس شتاءاً بارداً ليكسرهما من فترة البيات فدرجات حرارة من ٧°م لمدة ٣-٤ أسابيع كافية لتسهل خروج البراعم فى الربيع ودرجات حرارة ٢٤°م تعطى محصولاً ممتازاً وتلعب الرطوبة دوراً فى إنتاجها فالأماكن الرطبة تعطى محصولاً يميل إلى العفانة.

وتبلغ عدد أصناف الخوخ ٢٠٠٠ صنف والنكتارين إضافة كثيرة.

والثمرة حسلة drupe.

ويبلغ إرتفاع الشجرة ٤,٦ - ٧,٦ متر والأوراق رفيعة مسننة.

وتتكاثر بالتبرعم على أصول عمرها سنة. وهى تحمل بعد ٤- ٥ سنوات وتستمر فى الإنتاج حتى ١٨ - ٢٠ سنة ويجب ريها بإنتظام.

الحصاد

تجمع وهى ناضجة ولكن متماسكة.

التدريج

يؤسس التدريج على أساس النضج والشكل والنعومة والنظافة واللون والعيوب المرئية. والفاكهة الجيدة ناضجة ومتماسكة ولكنها ليست زائدة النضج وشكلها حسن وليس بها شقوق أو ندب scar وخالية من التراب أو البقايا وخالية من الجروح أو أماكن عفنة وملونة تلويناً جيداً فهى تظهر لوناً وردياً أو أحمراً. وتحجم sized الفاكهة لضمان التجانس عن طريق قطر الفاكهة.

وبعد الحصاد تنظف الفاكهة ويمرر الخوخ خلال مكن لإزالة الزغب fuzz وقد تغسل لإزالة أى مبيدات، وهذه المعاملة تبرد الفاكهة. وبعد ذلك تمر على عمال - على ناقلات - لإزالة ماهو تحت مستوى الجودة وهى تقلب أثناء تمريرها وتمرر على أجهزة لتدريجها بالحجم ثم تعبأ.

وفى أثناء ذلك يلاحظ ألا يجرح الخوخ أو النكتارين وقبل نقلها إلى السوق ينصح بتبريدها لتأخير النضج فتبرد إلى صفر - ٧°م مع نسبة رطوبة ٩٠٪. وأحسن تخزين لها - الخوخ والخوخ الأملس- هو على صفر °م ، ٩٠٪ رطوبة وتحت هذه الظروف فإنها يمكنها الإحتفاظ بجودتها لمدة ٢ - ٣ أسابيع. ويلاحظ أن هذه الفاكهة تتجمد على -١°م وعلى ذلك فيحسن ضبط درجة الحرارة بعناية. وإذا زادت مدة تخزينها فإنها يبدأ فسادها من الداخل للخارج وهى لاتخزن إلا خلال الموسم - زيادة فى الإنتاج - أو خلال موسم التعليب. وإذا خُزِّنَ الخوخ لمدة أكثر من ٣ - ٤ أسابيع فى أماكن باردة فإنه لاينضج عندما ينقل إلى أماكن مرتفعة درجة الحرارة فلحمها يصبح جافاً وجريشياً mealy أو مبللاً أو عصيرياً mushy ويتحول إلى اللون البنى حول النواة. وتتدهور النكهة والمظهر وهذا مايسمى بالتكسر الداخلى internal breakdown.

الفسيولوجى physiology

تتكون ثمار الخوخ من قسرة رفيعة (غلاف الثمرة الخارجى exocarp) مع لحم داخلى (لب القشرة mesocarp) والنواه (غلاف الثمرة الداخلى endocarp) وهو عبارة عن حبة أو بذرة. ويحتوى الخوخ على أحماض السيتريك والماليك وبعض الكوينيك quinic وتزداد الأحماض من الطور الأخضر إلى طور النضج ويقل بعد القطف وإستمرار النضج ويختلف من صنف إلى آخر فى الخوخ والنكتارين.

القيمة الغذائية

الخوخ والخوخ الأملس ليست مصادر ممتازة لأى نوع من المغذيات ولكنها تعطى كل المغذيات. والجدول (١) يبين محتويات الخوخ والخوخ الأملس من المغذيات.

الإستهلاك

يستهلك الخوخ والخوخ الأملس إما طازجاً أو معاملاً. ٥٣٪ كان معلباً، ٤٢,٦٪ كان طازجاً ، ٢,٦٪ كان مجمداً، ١,٣ كان مجففاً والباقى ٠,٥٪ دخل فى صناعة المربى والمحفوظات والنبيذ.

جدول (١): القيمة الغذائية للخوخ والخوخ الأملس (لكل ١٠٠ جم).

المغذي		خوخ أملس طازج	خوخ طازج	معلب في ماء	معلب في شراب خفيف جداً	معلب في شراب ثقيل	معلب في شراب ثقيل جداً	مجفف قليل الرطوبة مكبرت غيرمطبوخ	مجفف مكبرت غيرمطبوخ	مجمد مقطع شرائح غيرمطبوخ	نكتار الخوخ
مـاء		٨٦,٢٨	٨٧,٦٦	٩٣,١٣	٨٨,٢٠	٧٩,٢٨	٧٣,١٩	٧,٥	٣١,٨٠	٧٤,٧٣	٨٥,٦٤
طاقـة	كيلو جول	١٦٨,٠	١٨٠,٦	١٠٠,٨	١٧٦,٤	٣١٠,٨	٤٠٣,٢	١٣٦٥,٠	١٠٠٣,٨	٣٩٤,٨٠	٢٢٦,٨٠
بروتين	جم	٠,٩٤	٠,٧٠	٠,٤٤	٠,٤٠	٠,٤٥	٠,٤٧	٤,٨٩	٣,٦٨	٠,٦٣	٠,٢٧
دهن كلي	جم	٠,٤٦	٠,٠٩	٠,٠٦	٠,١٠	٠,١٠	٠,٠٣	١,٠٣	٠,٧٦	٠,١٣	٠,٠٢
كربوايدرات	جم	١١,٧٨	١١,١٠	٦,١١	١١,١٠	١٩,٩٤	٢٦,٠٦	٨٣,١٨	٦١,٣٣	٢٣,٩٨	١٣,٩٢
ألياف	جم	٠,٤٠	٠,٦٤	٠,٣١	٠,٢٠	٠,٢٩	٠,٢٩	٣,٩٧	٢,٩٣	٠,٤٠	٠,١٤
رمـاد	جم	٠,٥٤	٠,٤٦	٠,٢٧	٠,٢٤	٠,٢٤	٠,٢٥	٣,٣٩	٢,٥	٠,٥٣	٠,١٥
معـــــــادن											
كالسيوم	مجم	٥,٠٠	٥,٠٠	٢,٠٠	٥,٠٠	٣,٠٠	٣,٠٠	٣٨,٠٠	٢٨,٠٠	٣,٠٠	٥,٠٠
حديد	مجم	٠,١٥	٠,١١	٠,٣٢	٠,٣٠	٠,٢٧	٠,٢٩	٥,٥١	٤,٠٦	٠,٣٧	٠,١٩
مغنسيوم	مجم	٨,٠٠	٧,٠٠	٥,٠٠	٥,٠٠	٥,٠٠	٥,٠٠	٥٧,٠٠	٤٢,٠٠	٥,٠٠	٤,٠٠
بوتاسيوم	مجم	٢١٢,٠٠	١٩٧,٠٠	٩٩,٠٠	٧٤,٠٠	٩٢,٠٠	٨٣,٠٠	١٣٥١,٠٠	٩٩٦,٠٠	١٣٠,٠٠	٤٠,٠٠
صوديوم	مجم	صفر	صفر	٣,٠٠	٥,٠٠	٦,٠٠	٨,٠٠	١٠,٠٠	٧,٠٠	٦,٠٠	٧,٠٠
خارصين	مجم	٠,٠٩	٠,١٤	٠,٠٩	٠,٠٩	٠,٠٩	٠,٠٩	٠,٧٨	٠,٥٧	٠,٠٥	٠,٠٨
نحاس	مجم	٠,٠٧٣	٠,٠٦٨	٠,٠٥٤	٠,٠٥	٠,٠٥١	٠,٠٥	٠,٤٩٣	٠,٣٦٤	٠,٠٢٤	٠,٠٦٩
منجنيز	مجم	٠,٠٤٤	٠,٠٤٧	٠,٠٤٨	٠,٠٤٧	٠,٠٤٥	٠,٠٤٤	٠,٤١٣	٠,٣٠٥	٠,٠٢٩	٠,٠١٩
فسفور	مجم	١٦,٠٠	١٢,٠٠	١٠,٠٠	١١,٠٠	١١,٠٠	١١,٠٠	١٦٢,٠٠	١١٩,٠٠	١١,٠٠	٦,٠٠
فيتامينـــــــات											
حمض اسكوربيك	مجم	٥,٤٠	٦,٦٠	٢,٩٠	٣,٠٠	٢,٨٠	١,٢٠	١٠,٦٠	٤,٨٠	*٩٤,٢٠	٥,٣٠
ثيامين	مجم	٠,٠١٧	٠,٠١٧	٠,٠٠٩	٠,٠٢٠	٠,٠١١	٠,٠١١	٠,٠٣٩	٠,٠٠٢	٠,٠١٣	٠,٠٠٣
ريبوفلافين	مجم	٠,٠٤١	٠,٠٤١	٠,٠١٩	٠,٠٢٠	٠,٠٢٤	٠,٠٢١	٠,١١٠	٠,٢١٢	٠,٠٣٥	٠,٠١٤
حمض نيكوتينيك	مجم	٠,٩٩	٠,٩٩٠	٠,٥٢١	٠,٨٠٠	٠,٦١٤	٠,٥٢٠	٤,٨٢٥	٠,٣٧٥	٠,٦٥٣	٠,٢٨٨
حمض بانتوثينيك	مجم	٠,١٥٨	٠,١٧٠	٠,٠٥٠	٠,٠٥٠	٠,٠٥٠	٠,٠٥٠	٠,٥٢٢	صفر	٠,١٣٢	-
فيتامين ب٦	مجم	٠,٢٥	٠,٠١٨	٠,٠١٩	٠,٠١٩	٠,٠١٩	٠,٠١٩	٠,١٥٩	٠,٠٦٧	٠,٠١٨	-
حمض فوليك	ميكروجرام	٣,٧٠	٣,٤٠	٣,٤٠	٣,٣٠	٣,٢٠	٣,١٠	٦,٦٠	-	-	-
فيتامين ب١٢	ميكروجرام	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
فيتامين أ	مكافئ الريتينول	٧٤,٠٠	٥٤,٠٠	٥٣,٠٠	٢٧,٠٠	٣٣,٠٠	١٣,٠٠	١٤٢,٠٠	٢١٦,٠٠	٢٨,٠٠	٢٦,٠٠

* حمض الاسكوربيك الكلي = ١٠٥,٢ مجم/١٠٠ جم مضاف للناتج.

◈ المعاملة processing

• التعليب canning: الأصناف الملتصقة clingstone متماسكة عن الأصناف ذات النواه السائبة ولذا فإن ٧٣٪ من الخوخ المعلب من الأصناف الملتصقة.

وتبتدىء عملية التعليب بالتدريج والفرز وبعد إزالة البذرة تقشر والكأس cup إلى أسفل وتعامل بـ ٢٪ محلول قلوى بالرش مابين ٤٥، ٦٠ ثانية ويمكن تقشيره بالقلوى الجاف أو بالمعاملة بالبخار. وهو يغسل لإزالة القشرة وهذا يبرد الفاكهة ويغمس فى محلول ١٪ حمض سيتريك جيد أقل من ٤,٠ لمنع التلون. والمعيب من الفاكهة يوجه إلى عمل الفطائر والمربى. وأنصاف الخوخ تقسم إلى ممتاز fancy والأصغر إلى مختار choice والمعاير standard والثوانى seconds وقد تعمل شرائح من المختار والمعاير، والثوانى يعمل منها فطائر. وسكاكين دائرية تقطع الفاكهة إلى شرائح مع الكأس إلى أسفل ثم توضع فى علب معاملة ويصب عليها الشراب السكرى بتركيزات ٤٠°، ٢٥°، ١٠° بركس أو ماء. وتخلخل العلب قبل وضع الفاكهة ثم تقفل القفل المزدوج ثم تعقم ثم تبرد إلى ٣٨°م وتروشم ويحسن تخزينها على ٢٠°م مع التهوية.

• التجميد freezing: أحسن فاكهة للتجميد هى التى حصدت قبل اكتمال النضج ويحسن ألا تكون من ذوات البذرة الملتصقة ولا من النوع الأبيض بسبب قوامها الطرى وتعرضها للتلون البنى التأكسدى. فبعد الحصاد ينضج تحت ظروف مضبوطة للحصول على قيمة عليا. ثم تزال البذرة وتقشر وتقطع إلى شرائح قبل التجميد وتوضع فى شراب ٤٠° بركس يحتوى ٠,١٪ حمض اسكوربيك وعادة يكون من ٢ - ٤ أجزاء فاكهة لجزء واحد شراب.

• التجفيف drying: يستخدم صنف ذو البذرة السائبة free-stone وعادة البرتا فتغسل وتقشر وتقطع ثم تعامل بالكبريت الذى يحفظ اللون أثناء المعاملة ويجفف إما شمسيا أو تحت الضغط الجوى أو تحت فراغ إلى أقل من ٤٪ رطوبة والمجفف منها يستخدم فى الفطائر والنبيذ والمربى....إلخ.

• نكتار الخوخ peach nectar: تستخدم الأصناف الصفراء ذات البذرة السائبة بسبب نكهتها الرقيقة وتلازجها الخفيف بعد التسخين ويستخدم عادة الألبرتا. وتزال البذرة وتقشر وتسخن فى وعاء مزدوج الجدران أو فى مسخن مستمر إلى ٨٢°م وتمرر فى محلل disintegrator وواحد طن مترى يعطى ٥٠٠ لتر من الهريس ويضاف شراب السكروز وحمض سيتريك للمحافظة على رقم جيد مابين ٣,٧ ، ٣,٩ ويجب إزالة الزيادة من الهواء لمنع تدهور اللون والنكهة ثم يبستر ويملأ فى علب ويغلق على درجة حرارة حوالى ٣٢°م ويحتفظ به على درجة حرارة مرتفعة لمدة ٣ق ثم يبرد ويشحن أو يخزن.

الأسماء: بالفرنسية pêche

خوور/لاحيوية inanition

هي حالة تعرف بالضعف والاستنزاف exhaustion وفقد الوزن وأيض منخفض كنتيجة لعدم وجود الغذاء أو عدم المقدرة على تمثيله (Academic)

الخيار [illegible]

الإسم العلمي [illegible]

[illegible] [illegible]

الفصيلة العائلة [illegible]

[illegible]

الإثنان ينتميان لنفس العائلة

بعض أوصاف

أكل المصريون القدماء الخيار

ويسمو النبات كاحسن ما يمكن عندما تكون درجة حرارة في النهار [illegible]م وفي الليل [illegible] - ١٣م. ويحسن قطعها بعد شهرين من الزراعة وإزالتها يساعد على إنتاج غيرها. ولا يسمح بالوصول للنضج. ولكن [illegible] الوصول لخيار عديم البذور.

المعاملة

٧٠٪ منها تحلل بأن: ١- تخمر كاملة أو مقطعة في محلول ملح مركز. ٢- ينقع في ماء ساخن لإزالة الملح. ٣- التعليب في مخلوط الخل والمنكهات.

الإختيار

الخيار يجب أنم يكون متماسكاً طازجاً لميعاً شكله حسن ولونه من متوسط إلى غامق أخضر. واللحم يجب أن يكون متماسكا [illegible] والفساد يظهر كأماكن منقوعة في [illegible] كأماكن غائصة وشكلها غير منتظم

[illegible] حضير

يحضر الخيار بالطبخ [illegible] صنعة [illegible] يبشر [illegible] ٤- يشقق [illegible] ويحمر ٥- يحوف [illegible] البيض أو المحمر [illegible]

القيمة الغذائية

كل ١٠٠ جرام [illegible] ٠,٩ جم بروتين [illegible] كربوهيدرات [illegible] ٢٧,٠ مجم فوسفور [illegible] ١٢,٠ مجم مغنيسيوم [illegible] مجم حديد، ١٢,٠ مجم [illegible] نحاس و ٢٥٠ وحدة دولية فيتامين أ [illegible] آثار من التوكوفيرول [illegible] ح، ٠٣,٠ مجم ثيامين. ٠٤,٠ مجم ريبوفلافين، ٢٠,٠ مجم نياسين. ٢٥,٠ مجم حمض بانتوثينيك، ٠٤,٠ مجم بيريدوكسين، ١٦,٠٥ ميكروجرام [illegible] فوليك، ٠,٤١ ميكروجرام بيوتين، صفر ميكروجرام فيتامين ب١٢.

الأسماء: بالفرنسية concombre وبالألمانية Gurke وبالايطالية cetriolo وبالأسبانية pepino. (Stobart)


بسم الله الرحمن الرحيم
وَإِنَّ لَكُمْ فِي الْأَنْعَامِ لَعِبْرَةً نُسْقِيكُمْ مِمَّا فِي بُطُونِهِ مِنْ بَيْنِ فَرْثٍ
وَدَمٍ لَبَنًا خَالِصًا سَائِغًا لِلشَّارِبِينَ ﴿٦٦﴾
النحل
وَشَجَرَةً تَخْرُجُ مِنْ طُورِ سَيْنَاءَ تَنْبُتُ بِالدُّهْنِ
وَصِبْغٍ لِلْآكِلِينَ ﴿٢٠﴾
المؤمنون

دايبتيداز dipeptidase

أنظر: بروتين

دبس السكر molasses

دبس السكر (ويعرف بإسم treacle فى المملكة المتحدة) مصطلح عام لعصير قصب أو بنجر السكر بعد إزالة كميات مختلفة من السكر منه. ودبس سكر عصير القصب هو أهم دبس سكر فى صناعة الأغذية. ويوجد منه أنواع:

- دبس أسود blackstrap molasses وهو ناتج ثانوى من تكرير السكر وهو سائل ثقيل غامق لزج يتبقى بعد المرحلة النهائية من تبلر السكر والذى لايمكن إستخلاص أى سكر منه إقتصادياً.
- دبس سكر عالى الإختبار high-test molasses وهو ناتج يتحصل عليه بتركيز عصير القصب المروق إلى حوالى ٨٥° بركس Brix وهو يحول جزئياً إما بالحمض أو إنزيم الإنفرتاز ويعرف هذا المنتج بعدة أسماء دبس السكر الممتاز fancy molasses أو شراب عصير القصب المحول cane invert syrup أو دبس عصير القصب cane molasses وهو ناتج ممتاز sugar premium أعلا فى محتواه السكرى وفى نكهته الأروماتية عن الدبس الأسود blackstrap فهو قد تعرض لحرارة أقل من الدبس الأسود blackstrap ولذا فهو يحتوى على منتجات سكر متهدمة مما قد يضيف إلى النكهة المرة.
- دبس السكر المكبرت sulphured molasses وهو ناتج ثانوى من السكر وفيه أضيف كب أ٢ إلى دبس السكر لإزالة اللون وهو لذلك أخف فى اللون ولكن أعلا فى الرماد (الجدول ١).

ومعظم دبس السكر الموجود فى السوق هو خليط من دبس مصانع القصب ودبس مصانع التكرير والأشربة المختلفة للحصول على النكهة والجودة المرغوبتين بحيث تبقيان ثابتتين.

والخواص الطبيعية لدبس السكر تختلف مع التكوين فاللزوجة تختلف تبعاً للمكونات غير العضوية وعديد السكريات ودرجة الحرارة. ودبس سكر القصب له جيد مابين ٥ - ٧ وتبلغ الأملاح بـه ٢ - ٨٪ مما يعطيه مقدرة تنظيمية ويثبت النكهة ويمنع الحلمأة.

واللون والنكهة هى الخواص الرئيسية بجانب الخواص الغذائية لدبس السكر وهو يعطى حلاوة تقل بإرتفاع اللون وهذه النكهة عريضة فمن كارامل caramel ونكهة القصب فى دبس السكر عالى الإختبار الخفيف إلى نكهة ثقيلة مرة مع خواص العرق سوس liquorice. ويستخدم دبس السكر بسبب هذا فى إخفاء نكهات أقل لطفاً مثل المرارة فى منتجات القمح الكامل أو فى تعزيز الصلصات ومنتجات العرق سوس. كما أنه يمكن إستخدامه كعامل ملون فى منتجات الخبيز أو فى إخفاء اللون الرمادى أو الرمادى البنى. ودبس السكر يعمل على تثبيت الرطوبة وإمتصاص الماء (فيقلل من نشاط الماء ن م) مما يجعله صالحاً للإستخدام فى الأغذية متوسطة الرطوبة ومـع

جدول (١): التكوين التقريبي لدبس السكر blackstrap.

العنصر الأساسي		المكونات	المدى الطبيعي
ماء			١٧ – ٢٥٪
السكريات		سكروز	٣٠ – ٤٠٪
		جلوكوز ودكستروز	٤ – ٩٪
		فركتوز	٥ – ١٢٪
		مواد أخرى مختزلة كمحول invert	١ – ٤٪
		مواد مختزلة كلية كمحول invert	١٠ – ٢٥٪
كربوايدرات أخرى		صموغ، نشا، بنتوزات، سداسيات كحولية، دميواينوسيتول، دمانيتول وحمض يورونيك	٢ – ٥٪
رماد		ككربونات ٪	٧ – ٢٥٪
	قواعد	أكسيد البوتاسيوم (٣٠–٥٠٪)	
		أكسيد كالسيوم (٧–١٥٪)	
		أكسيد مغنسيوم (٢–١٤٪)	
		أكسيد صوديوم (٠,٣–٩٪)	
		اكسيدات ومعادن كحديديك (٠,٤–٢,٧٪)	
	أحماض	ثالث أكسيد كبريت (٧–٢٧٪)	
		كلوريد (١٢–٢٠٪)	
		خامس أكسيد الفسفور (٠,٥–٢,٥٪)	
		سيليكات ومواد غير ذائبة (١–٧٪)	
مواد نتروجينية		بروتين (ن × ٦,٢٥)	٢,٥ – ٤,٥٪
		بروتين حقيقي	٠,٥ – ١,٥٪
		أحماض أمينية وأساساً حمض الجلوتاميك والاسبارتيك وأيضاً أحماض كربوكسيلية بيريلودينية pyrolidine carboxylic	٠,٣ – ٠,٥٪
		مواد نتروجينية لم يتم التعرف عليها	١,٥ – ٣,٠٪
مواد غير نتروجينية		حمض اكونيتيك (١–٥٪) وأحماض ستيريك	
		وماليك واكساليك وجليكوليك	١,٥ – ٦,٠٪
		ميساكونيك mesaconic وحمض سكسينيك	
		وفيوماريك وطرطريك	٠,٥ – ١,٥٪
شمع وستيرولات وفوسفاتيدات			٠,١ – ١,٠٪
فيتامينات		ثيامين (ب١)	٢ – ١٠ جزء في المليون
		ريبوفلافين (ب٢)	١ – ٦ جزء في المليون
		بيريدوكسين (ب٦)	١ – ١٠ جزء في المليون
		نيكوتيناميد	١ – ٢٥ جزء في المليون
		حمض بانتوثينيك	٢ – ٢٥ جزء في المليون
		حمض فوليك	١٠ – ٢٥ جزء في المليون
		بيوتين	٠,١ – ٢,٠ جزء في المليون

النسبة موضوعة مابين قوسين

الأغذية المخبوزة ذات أعمار الرف الطويلة. ومكونات دبس السكر - غير السكر - تظهر بعض خواص مضادة للأكسدة وهذا جوهرى عندما يستخدم فى الأغذية بنسبة ٣٪ من الدهن فى الغذاء.

وقد حضر دبس السكر جافاً مخلوطاً مع جوامد شراب الذرة لإمتصاص الماء. ويمكن خلط أنواع من دبس السكر مع الأشربة الأخرى لإنتاج نواتج ذات خواص ثابتة من حيث اللون والنكهة والخواص الوظيفية وجدول (٢) يعطى بعض هذه المخاليط وتكوينها ونكهتها وإحتمالات تطبيقاتها.

جدول (٢): دبس السكر ومخاليط الأشربة.

الخاصية التكوين	غير مكبرت (٪)	دبس السكر للخبيز (٪)	للحلويات وكل الأغراض (٪)	للتنكيه (٪)	روبست Robust قوى (٪)
التكوين					
سكروز	٣٥	٣٢ - ٣٦	٣٣ - ٣٧	٣٠ - ٣٦	٣٣ - ٣٧
محول	٣٧	٣٦ - ٤٠	٢٨ - ٣٢	٢١ - ٢٧	١٦ - ٢٠
سكريات كلية	٧٢	٧٠ - ٧٤	٦٣ - ٦٧	٥٤ - ٦٠	٥١ - ٥٥
رماد	٢,٥	١,٢ - ٢,٥	٤,٥ - ٥,٥	٦,٥ - ٨,٥	٨,٠ - ٩,٠
اللون	بنى ذهبى	بنى خفيف	بنى متوسط	بنى غامق	بنى غامق
النكهة	حلو وعبيرى خفيف ونكهة شراب	حلو خفيف ومميز جيد	متوسط الحلاوة وعبير قوى	نكهة قوية حادة وخلفية جيدة	نكهة قوية ومقاوم للحرارة
تثبيت الرطوبة	بعض		جيد	بعض	بعض
التنظيم		كعك الفواكه	نعم	نعم	نعم
التطبيق	شراب المائدة فى الفوقيات وزبدة فول السودانى وهريس الفاكهة ، الحلويات ومنتجات الكحول	brownies والمفنيات ونواتج الخبيز بالتوابل	صلصة الباربا كيو القند (صلب وكارامل)، الأغذية المحمصة وخبز الزنجبيل	المنتجات المتخمرة والتوابل condiments والصلصات	الأغذية المتخمرة والمرتفعة وصلصة الصويا والطباق والعرق سوس والفول المخبوز والكارامل والأكلات الخفيفة

وقد أمكن تحضير سكر من دبس السكر بإمرار دبس السكر على مبادلات راتنجات أيونية بحيث يفصل السكر وينتج دبس سكر غير مسكر ويزداد إنتاج السكر فى المصانع التى تستخدم هذه الطريقة ١٠٪.

دبس السكر فى صناعة الروم rum

دبس السكر هو أهم المواد الخام فى صناعة الروم ويستخدم دبس السكر كما هو فى صناعة الروم الصناعى rhum industries و industrial rum كما يستخدم دبس السكر عالى الإختبار وهو ٨٥°

بركس ونسبة السكريات المتخمرة فيه تبلغ ٧٥ - ٧٩٪ وهو منخفض في الرماد (٢,٠ - ٢,٢٪) ويستخدم أيضاً في إنتاج الروم الوحل المائع slop وهو مهدر من تقطير السائل المتخمر فيستخدم في تخفيف المواد الخام الغنية في السكر وهو يحتوى على مركبات نتروجينية ومعادن وأحماض عضوية مما يعزز الأسترة وكذلك نمو خميرة الـ *Schizosaccharomyces* في وسط التخمر.

ففي صناعة الروم التقليدية فإن دبس السكر يخفف بالماء لإعطاء تركيز يتراوح مابين ٩ - ٢٥٪ مما يعطي تركيزاً للإيثانول في السائل المتخمر يبلغ ٥ - ١٢٪ (حجم/حجم). ولإنتاج روم أبيض أو له ملامح خفيفة يسبر دبس السكر ويروق بالطرد المركزي لإزالة أي مواد غروية. وهذا يساعد على تخمر دبس السكر وكذلك فإن السائل المتخمر لايميل إلى سد أعمدة التقطير والهريس mashes (خليط دبس السكر والوحل المائع) يكون جيداً للكائنات الحية المخمرة وبه مغذيات كافية وإذا أضيف حمض الكبريتيك أو أملاح الكلوريد فإن التخمر يحدث بسرعة دون حدوث نمو لجراثيم البكتريا ويمكن أن يتبقى تلقيح الخميرة كما هو.

ودبس السكر هو المادة الخام الأساسية في إنتاج الروم الثقيل heavy rum وفي هذه الحالة فإن التخفيف يكون بالوحل المائع.

(أنظر: الروم) (Macrae)

دبغي/تانين tannin

أنظر: تانين

دجاجة chicken

الدجاج مصدر جيد جداً للبروتين المهضوم ويفرق مابين اللحم الخفيف/الأبيض (أساساً الصدور) واللحم الغامق/الأحمر (الأرجل). وهي تختلف في محتوى الميوجلوبين (جدول ١). ولحم الفراخ منخفض المحتوى من الدهن واللحم الأبيض أقل في الدهن عن اللحم الأحمر ومعظم الدهن موجود تحت الجلد ويسهل نزعه بنزع الجلد. ودهن الدجاج يبلغ ٧٠٪ دهن غير مشبع إلى ٣٠٪ دهن مشبع فهو منخفض درجة حرارة الإنصهار ومعرض للأكسدة. واللحم الأبيض يحتوى بروتيناً أكثر بينما اللحم الأحمر يحتوى دهناً أكثر. والدجاج الأكبر سناً بها دهن أكثر وأقل رطوبة. وهي تحتوى كل الأحماض الأمينية الضرورية ومصدر جيد لفيتامينات ب والمعادن ولكنها لاتعتبر مصادر للكربوايدرات والألياف.

وقد أمكن إنتاج دجاج زنة ١,٨ كجم في ٦ - ٧ أسابيع واللقاحات والمواد المضادة الحيوية والغلق على الطيور وإستخدام الحاسوب ساعدت على إنتاج دجاج به نسبة التحول conversion ratio أقل من ٢ كجم من العلف لكل كيلو جرام من الدجاج.

◈ معاملة الدجاج

يمكن لبعض "مصانع" الدجاج مناولة ٢٠٠٠٠ دجاجة في الساعة.

جدول (١). التحليل التقريبي للدجاج (/١٠٠جم من الجزء المأكلة على أساس الوزن الرطب).

المغذى	الصدر بالجلد طازج	الصدر بدون جلد - طازج	الصدر بالجلد مشوى	الرجل بالجلد طازج	الرجل بالجلد مشوى
ماء (جم)	٦٩.٦٤	٧٤.٧٦	٦٣.٤٤	٦٩,٩١	٦٠.٩٢
بروتين (جم)	٢٠.٨٥	٢٣.٠٩	٢٩.٨٠	١٨,٥١	٢٥.٩٦
طاقة (كيلوجول)	٧٧٢	٤٦٢	٨٢٧	٧٨٥	٩٧٤
دهن كلـى (جم)	٩.٢٥	١,٢٤	٧,٧٨	١٢,١٢	١٣,٤٦
مشبع (جم)	٢,٦٦	٠,٣٣	٢.١٩	٣,٤١	٣,٧٢
وحيد التشبع (جم)	٣,٨٢	٠,٣٠	٣,٠٣	٤,٨٩	٥,٢٤
عديد عدم التشبع (جم)	١,٩٦	٠,٢٨	١,٦٦	٢,٦٥	٣,٠٠
كوليسترول (مجم)	٦٤	٥٨	٨٤	٨٣	٩٢
رماد (جم)	١,٠١	١,٠٢	٠,٩٩	٠,٨٥	٠,٩٢
صوديوم (مجم)	٦٣	٦٥	٧١	٧٩	٨٧

• **تجميع الطيور الحيـــة assembly of live birds:** يجب منع الدجاج من الأكل ٨ - ١٢ ساعة قبل الذبح لمنع التلوث بالبراز أثناء المعاملة.

• **الحمل والنقل handling and unloading:** بعد تحميل الدجاج فـى أقفـاص مـن الخشـب أو البلاستيك أو الجريد تنقل فى شاحنات إلى مكـان الذبح. ويحسن التهوية ولـو بـالمراوح البطيئـة ثـم تنقل الطيور باليد أو بطرق أخرى وتعلق الطيور مـن أرجلها فى أغلال متصلة بناقل فوق الرؤوس ويجـب ذبح الطيور فى خلال ٣ق بعد توثيقها.

• **التدويخ والقتل والأدماء:** التدويخ يستخدم لتعزيز الإدماء وإزالة الريش ورؤوس الطيور تمـر فـى حمـام مائى يحتوى ٠.١ - ١,٠٪ كلوريد صوديوم ويكـون رذاذ من الماء قد وجه إلى أرجل الطير قبل ذلك لعمل إيصال كهربائى موجب قبـل الدخـول فـى المـدوخ بمقـدار ٥٠ فولـت تقريبـا ويلـزم ألا يقتـل التدويخ الطـير لأن الإدماء يجب أن يكـون السبب الأساسى فى الموت. والقتل إما أن يكـون يدويا أو ميكانيكيا ويقوم عامل باستخدام سـكين حـاد لقطـع الوريد الوداجى والشريان السباتي carotid بالقطـع خـلال جـانب من الرقبـة وفـى الطريقـة الميكانيكيـة فإن قضيبـا يوجـه الرقـاب إلى سكين دائريـة. ووقـت الإدمـاء ١,٥ - ٢ ق والـدم المفقـود يمثـل ٤٪ مـن الوزن الحـى ويمـر الطير خلال نفق الإدماء حيـث يجمع الدم ويتخلص منه.

• **السمط scalding:** بعد تمـام الإدمـاء فـإن الطير يسمط لخلخلة الريش بالغمس فى ماء ساخن مقلـب ويتم فى حمـام علـى ٥٠ - ٥٤°م ومـدة غمـس تبلـغ ١,٥ - ٢,٥ق.

• **إزالة الريش defeathering**: تتكون هذه الآلات من أقراص من الصلب غير القابل للصدأ مع "أصابع" من المطاط مركبة عليها وتمر الطيور على الأصابع اللاقطة الدائرة فينزع الريش من الذبيحة ويعمل تيار مستمر من الماء على إبعاد الريش. ويتم إزالة الريشة pinfeathers باليد ويمكن أن يمر الطير على نار لحرق الشعر الرفيع ثم تغسل بالرش. ثم يزال الرأس بإمرار العنق خلال جهاز يكبح الرأس بينما يعمل ناقل فوق الرؤوس overhead conveyor على شد الجسم بعيداً مما يفصل فقرة الرقبة عند أساس الجمجمة وقد يكون الجهاز به سكاكين لنزع الرقبة بدلاً من شدها. ثم تمر الطيور خلال قاطع آلي يقطع الأرجل عند العرقوب فتقع الذبيحة على ناقل لنقلها إلى حيث تنزع الأمعاء.

• **إزالة الأمعاء evisceration**: أول عملية في إزالة الأمعاء تعمل على إزالة الدبوس preen أو غدة الزيت التي توجد على الجانب العلوي للذيل بجانب القاعدة. ويستخدم سكين قصير حاد لإزالتها يدوياً أو تستخدم مكنة بسكين قاطع على الخط. ثم يعمل قطع فاتح في الجسم بإستخدام سكين أو شيء مشابه ويمكن إزالة الأمعاء إما يدوياً أو بمكنة وتتدلى الأمعاء بجانب الذبيحة ومتصلة بها للفحص. وبعد مايتم الفحص يمكن للعمال إزالة القلب والكبد والقنصوة ويقومون بغسلها وتبريدها ثم تزال الرئة بمكنة والرقبة تقطع.

ثم أخيراً فإن الإغلال تنقل الذبائح خلال مغسلة حيث تغسل من الداخل والخارج.

• **التبريد chilling**: تمر الذبائح في تنكات تحتوى ماء مكلور أو ردغ ثلجي slush ice ويتطلب في الولايات المتحدة أن المعدل يكون ٢ لتر من الماء لكل طير لتقليل حمل الكائنات الدقيقة في ماء التبريد. فتوضع الطيور في مبرد مبدئي يحتوى ماء على ١٠ – ١٨°م ثم في مبرد ردغي ثلجي على صفر إلى ١°م ويجب أن تبرد الطيور إلى ٤°م أو أقل خلال ٤ ساعات ويحتاج الأمر عادة إلى ٤٠ – ٦٠ق.

وبعد التبريد تعلق الذبائح على خط تقطير لمدة ٢,٥ – ٤ق للتصفيه ثم تنقل إلى حيث التعبئة. ويمكن أن يرش ماء على الدجاج لمنع الفقد بالتبخر.

• **التدريج grading**: يتم التدريج إلى أ، ب، ج A,B&C تبعاً لبنية الجسم body conformation ومقدار اللحم وغطاء الدهن fat cover والتشويهات deformities والجروح bruises والعيوب مثل الريشات وكسور العظام أو الأجزاء الناقصة..... وغيرها

• **التعبئة packing**: يوضع القلب والكبد والقنصوة والرقبة في التجويف البطني للذبيحة المبردة والمدرجة بالحجم ثم تعبأ في صوان وتقفل هذه بالحرارة أو بما يشابه. وبعد الوضع في صناديق تغطى بالثلج لحفظ الجلد خَضِلاً أثناء الشحن ويمكن أن تبرد بهواء مدفوع على -٦°م فتنخفض

درجة حرارة الذبائح إلى -١ إلى -٢°م والتبريد يحفظ درجة الحرارة أثناء التسويق.

• المهدر waste products: الأجزاء غير المأكلة مثل الرؤوس والأقدام والأمعاء والريش تعوم في ماء من المصنع إلى مكان تجميع لتزال أما الدم فيجرى وحده.

• المنتجات: معظم الدجاج يباع طازجاً ومعظمها (٥٣٪) يباع كقطع وأجزاء.

• التقطيع cut up: هذه العملية ممكنة وتعبأ في صينية بها قطعة للامتصاص لتجميع النز seepage ثم تلف الصينية.

• إزالة العظم deboning: كان اللحم يزال من الذبيحة معلقة من على خط يسير ببطء ولكن الآن يوجد مكن لذلك فتزال الحزة fillet (من الصدر) ولحم الورك والدبوس فيمسك جزء الدجاجة إلى أعلا والمكنة تدفع اللحم من العظم أو العكس. ولأن اللحم جَشِبٌ فقد يطبخ قبل إزالة العظم.

• معاملات أخرى: كثير من المكونات غير اللحم تستخدم في المعاملة والملح يساعد على إستخلاص البروتين لتحسين الربط والقوام ويعمل كمادة حافظة ويحسن النكهة. ويضاف ٠,٥٪ فوسفات لتحسين المقدرة على الإحتفاظ بالماء وتحسين الناتج النهائي. وتستخدم مكونات أخرى مثل المحليات والتوابل وعوامل الربط وأملاح المعالجة في عدد من منتجات الدواجن. ويزال جزء من الدهن من كثير من الذبائح.

الكائنات الدقيقة

أهم شيئين يُهتم بهما هما الكائنات الدقيقة المفسدة والتي تجعل المستهلك يرفض الناتج بسبب اللون أو النكهة، ثم تقليل عدد الكائنات الممرضة والتي قد تؤدى إلى مخاطر صحية.

الكائنات المفسدة spoilage organisms:
البكتريا المحبة للبرودة psychrophiles مثل *Pseudomonas* يمكنها أن تنمو على درجة حرارة التبريد وتسبب الفساد وهذه الكائنات توجد بنسبة ١٠^٧/سم^٢ عندما توجد الرائحة غير المرغوبة وتوجد بنسبة أكبر إذا تكون المرغ من اندماج المستعمرات.

الكائنات الممرضة pathogenic microorganisms: الدواجن مصدر للسالمونيلا ولكن طرق الطبخ العادية تميت السالمونيلا وهذه لاتنمو جيداً تحت التبريد. كما يوجد الأستافيلوكوكاي/الكروى السبحى والكامبيلوباكتر *Campylobacter* والـ *Listeria* spp. والكلوستريديا وأشكال كولاى *coli* forms ويمكن بالتداول الكفء والتبريد المناسب والطبخ الجيد تجنب هذه المخاطر. ومعظم الكائنات تأتى من الطير (الأقدام والرقبة ومحتويات الأمعاء) والبيئة (الماء والهواء والموارد) ثم العمال. وهذه

جميعاً يمكن تجنبها بالمعاملة الجيدة مثل ترشيح الهواء ودرجة الحرارة المنخفضة والتنظيف الجيد وإتباع العمال لقواعد الصحة العامة مما يقلل من شوائب البكتريا. (Macrae)

دجن

دواجن poultry

البط والأوز ducks & geese

البط: أنظر بط

الأوز geese

الأوز عمره ٣-٥ أشهر عند الذبح والوزن عادة ٤,٥ - ٦,٨ كجم.

للذبح وإزالة الأمعاء المرجو الرجوع إلى الدجاج. وللتحميل والتفريغ تربط الطيور إلى وسيلة النقل وبعد ذلك تؤخذ إلى حظائر فى مصانع المعاملة ثم يساق الأوز إلى موازين ثم إلى الإغلال ويلاحظ العناية بعدم حدوث أى تجريح للجلد أو تلف الأرجل وألا يحدث أى مقاومة لأن التصفيق flapping قد ينتج عنه تجريح.

ويدوخ الأوز (وكذلك البط) كهربياً ثم يدمى ويقطع الجزء الخارجى من الزور من الناحية اليسرى عند قاعدة الفك وبذا يقطع الوريد الوداجى اليسارى والشريان السباتى carotid. وبعد ذلك يمكن سمط كلا من البط أو الأوز أو ينزع الريش جافاً. وتبلغ درجة حرارة السمط للأوز ٦٣- ٦٦°م لمدة حوالى ١,٥ - ٣,٠ق ويمكن إضافة قلوى أو عامل إزالة الريش للمساعدة على إبتلال الريش. وبعد السمط يمكن نزع الريش إما باليد أو بالمكن أو توضع فى نازع للريش دوّار. ولأن الريش الصغير والزغب صعب الإزالة فإن هذه العملية تنتهى عادة بغمس كل طيرة فى شمع ينصهر مجهز خصيصاً لهذا الغرض. ويتم ذلك فى مرحلتين المرحلة الأولى يتم فيها انفاذ الشمع بالغمس فى ٩٠°م شمع لمدة ١٥ ثانية والثانية بغمس على ٧١°م تضع طبقة أسمك من الشمع على الطيور لتنظيف أجود ويمكن توجيه رذاذ ماء بارد على الطيور أو تغمس الطيور فى ماء بارد ثم يزال الشمع إما باليد أو بآلة نزع ذات أصابع. ويحصل على الشمع مرة أخرى بإعادة الإذابة وتصفيه الريش والزغب.

ثم يأتى دور إزالة الأمعاء فيعمل قطع فى البطن وتنزع منه الأمعاء ويتم فحص الذبيحة قبل نزع الأمعاء. وتبعد الأمعاء والرئتين ثم تزال الرؤوس والأقدام والقصبة الهوائية trachea ويزال القلب والكبد وحوصلة الطائر وتلف لوضعها فيما بعد فى الطائر. ثم ترش الطيور من الداخل والخارج وتبرد ثم يتم تدريج الطائر للبنية conformation واللحم وغطاء الدهن والعيوب مثل الريش واللحم المعرض. وبعد ذلك تعبأ فى أكياس وتجمد.

التكوين

التصافى من اللحم للأوز (والبط) يختلف بإختلاف السلالة والعمر والجنس والوزن والدرجة وهى حوالى ٣٠٪ (٢٥ - ٣٢٪ للأوز). والبط والأوز الطازج يحتوى دهناً أكثر وماء أقل وبروتين اقل عن الدجاج (الجدول ١). وعمر الرف للأوز (والبط)

أقل لأنه يتعرض للتزنخ أكثر نظراً لإرتفاع نسبة الدهن (الجدول ١).

وقد يتم نزع الجلد لأنه يزيل الدهن فينزل من ٣٩,٣٪ إلى ٦,٠٪ بالنسبة للبط والأوز من ٣٣,٦٪ إلى ٧,١٪ جلد والأوز (والبط) يكون ٣٤ – ٣٨٪ من الذبيحة واللحم حوالى ٣٤ – ٤٧٪.

والأوز مصدر ممتاز للفوسفور والبط مصدر جيد للثيامين والحديد نسبته عالية مما يعطى لحم الصدر اللون الغامق.

الإستخدام الغذائى

إن طبخ الطير إلى ٨٥°م مهم للحصول على جلد قصف crispy وتباع أجزاء من البط وأجزاء من الأوز وكبد الأوز يعمل فى باتيه دى فوا جرا paté de foie gras وهذا لابد وأن يحتوى على الأقل ٣٠٪ كبد أوز. ويستعمل دهن الأوز مكان الزبد وفى التحمير والخبيز والطبخ وخلافه.

المهدر

إن ذبح الأوز (البط) يعطى مهدراً من الدم والريش والأرجل والرؤوس والأمعاء والدهن وماء التنظيف. وأول وظيفة هى إزالة المواد الصلبة الكبيرة بالتصفية ثم يزال الدهن والشحم. وفى الشرق الأقصى يستهلكون الأرجل حيث يحشوها بلحم الخنزير وتعتبر شيئاً هاماً وألسنة البط تستخدم هناك كفاتحة شهية. والرؤوس والفضلات تستخدم كغذاء للمِنْك وغيره. والزغب والريش يستخدم فى المراتب والملابس.

جدول (١) التكوين التقريبى للبط والأوز والدجاج (جم جزء مأكلة على أساس الوزن الطرى)

المغذى		لحم البط مع الجلد (طازج)	لحم البط مع الجلد (محمص)	لحم الأوز مع الجلد (طازج)	لحم الأوز مع الجلد (محمص)	لحم الدجاج مع الجلد (طازج)
ماء	(جم)	٤٨,٥٠	٥١,٤٨	٤٩,٦٦	[illegible],٩٥	٦٥,٩٩
بروتين	(جم)	١١,٤٩	١٨,٩٩	١٥,٨٦	٢٥,١٦	١٨,٦٠
طاقة	(كيلوجول)	١٦٩٧	١٤١٥	١٥٥٨	١٢٨١	٩٠٣
دهن	كلى (جم)	٣٩,٣٤	٢٨,٣٥	٣٣,٦٢	٢١,٩٢	١٥,٠٦
	مشبع (جم)	١٣,٢٢	٩,٦٧	٩,٧٨	٦,٨٧	٤,٣١
	غير مشبع (جم)	٢٣,٧٧	١٦,٥٥	٢١,٥٣	١٢,٧٧	٩,٤٧
	كوليسترول (مجم)	٧٦	٨٤	٨٠	٩١	٧٥
رماد	(جم)	٠,٦٨	٠,٨٣	٠,٨٧	٠,٩٧	٠,٧٩
صوديوم	(مجم)	٦٣	٥٩	٧٣	٧٠	٧٠

الكائنات الحية الدقيقة

هى مثل بقية الدواجن وأهمها السودوموناس *Pseudomonas* وقد وجد أن السمط على ٦٠°م متبوعاً بالغمس فى حمام شمع منصهر للمساعدة على إزالة الريش كان له تأثير حسن على التخلص من الكائنات الحية الدقيقة فى الناتج النهائى.
(Macrae)

الأسماء

البط: بالفرنسية canard، وبالألمانية Ente، وبالإيطالية anitra وبالأسبانية pato.
الأوز: بالفرنسية oie، وبالألمانية Gans، وبالإيطالية aca وبالأسبانية ganso. (Stobart)

ديك رومى turkey

أنثى الديك الرومى تباع عند ١٦ أسبوع وتعطى ٦كجم ذبيحة فى حين أن الذكر يباع عند ٢٠ - ٢٤ أسبوع ويعطى ذبيحة من ١٠ - ١٢ كجم. والصدر (لحم أبيض) حوالى ٣٥ - ٤٠٪ من الذبيحة والرجل ٣٠٪ من الذبيحة ويحتوى على ميوجلوبين أكثر ولذا فهو أغمق. والخواص المرغوبة فى الديك الرومى تتضمن: وزن ثقيل بدون زيادة فى الدهن ونسبة تصافى عالية ونسب مرتفعة للأجزاء القيمة والطراوة ونكهة معدومة (تسمح بالمعاملة والتنكيه) وخواص وظيفية جيدة مثل إستخلاص البروتين وتكون جلُه protein gelation والإحتفاظ بالماء وربط اللحم والإستحلاب.

◈ معاملة الديك الرومى

معظم طرق المعاملة تشبه تلك التى استخدمت مع الدواجن.

• **الحصول على الديك الرومى:** يجب المحافظة على الديك الرومى وعدم تجريحه والديك الرومى يجب أن توقف تغذيته ٨-١٢ ساعة قبل الذبح لتقليل التلوث بالبراز. ويمكن إستخدام مراوح لزيادة التهوية. ويعلق العمال الديوك الرومى من أرجلها فى أغلال تتحرك فوق الرؤوس. ويحسن وجود ضوء خافت حتى لايقاوم الديك الرومى كثيراً والبعض يعمد إلى وضع قضيب من لدائن ناعم على مستوى أقل من خط فوق الرؤوس وموازى له حتى تحك صدور الديك الرومى القضيب فيكون لذلك تأثير مهدىء. ويجب أن تمر من هذه المنطقة إلى التدويخ فى ٦ق.

• **التدويخ stunning:** وخط الإغلال يمرر الرؤوس خلال ٠,١ - ١,٥٪ محلول ملحى به قطب ويجب ملاحظة القطب والفولت جيداً وإلا فإن تياراً كهربياً ضعيفاً لايكفى لشل حركة الديك الرومى وكثيراً منه يسبب إنقباض العضلات بعنف مما قد ينتج عنه كسر التَّرقُوة ووجود بقاياها فى نسيج العضل.

• **الذبح slaughter:** يجرى الذبح عادة يدوياً بقطع جانب الرقبة عند قاعدة الرأس وبذا يقطع كل من الوريد الوتاجى والشريان السباتى ومدة الإدماء على الأقل ٢ق وقد يقطع من الناحيتين لإدماء أحسن.

• السمط scalding: قد يحدث السمط على ٥٠ – ٥٢°م لتقليل جفاف الجلد ولكن معظم المصانع تسمط الديك الرومى على ٦٠°م لمدة ٢,٠ – ٢,٥ق.

• إزالة الريش defeathering: بعد السمط يحمل خط الأغلال الطيور خلال مكن نزع الريش والذى يحتوى على أصابع مطاطية أو أقراص. وتزال الريشات باليد pinfeathers وتمر الطيور على لهب غاز لحرق الشعر ثم يغسل الديك الرومى جيداً من الأسطح الخارجية بماء مضغوط ثم تمر الذبيحة بمحطة لقطع الأرجل shank.

• إزالة الأمعاء evisceration: لإزالة الأمعاء تعلق الديوك الرومى من كلا الرجلين مع الرؤوس موضوعة فى شق slot مركزى فى الأغلال وبذا يتكون تعليق من ثلاث نقاط. وهذا يعمل على أن يكون الطير أفقياً والصدر لأعلا لسهولة التقطيع وإزالة الأمعاء. وتبتدى الإزالة بعمل فتحة فى الجدار البطنى وفى بعض المصانع يعمل قطع عريض فى البطن يسمح بإزالة الأمعاء وبعد ذلك بتقييد الأرجل. وتزال الأمعاء من الفتحة مع ملاحظة ألا تتضرر الأمعاء أو تخرج محتوياتها وتترك الأمعاء متصلة بالجسم خارجه حيث يتم فحصها.
ويعمل العمال على تنظيف القلب والكبد والحوصلة. وتستبعد الأمعاء وتزال الرئتان. ثم تزال الرأس والبلعوم ثم بعد ذلك تقطع الرقبة وتغسل ويحتفظ بها للتعبئة. وأخيراً يغسل الطير من الخارج والداخل قبل التبريد.

• التبريد chilling: تنزل الذبائح إلى مبرد مبدئى يعمل أيضاً على غسلها جيداً وتبلغ درجة حرارة الماء المقلَّب أقل من ١٨°م ثم تذهب إلى مبرد ثانوى آخر وبه ماء درجة حرارته أقل من ٢°م ثم بعد ذلك تدرج الطيور تبعاً للبنية conformation واللحم fleshing وتغطية الدهن والعيوب مثل الريشات واللحم المعرض.

• التعبئة packaging: إذا كان الديك الرومى سيباع كاملاً فإن الكبد والقلب والحوصلة والرقبة توضع فى فجوات الطير ثم توضع فى أكياس من فلم ينكمش غير منفذ للأكسجين ويزال منه الهواء ويقفل ويمرر فى ماء ساخن لينكمش ثم يجمد. ويحدث التجميد بسرعة وأول خطوة هى مجمد مأجى أو مجمد مدفوع الهواء لينعقد لون السطح. ويحدث التجميد النهائى حيث تخزن الطيور لمدد طويلة قبل بيعها.

◈ الإستخدام الغذائى

حوالى ٧٥٪ من الديوك الرومى تقطع أو تعامل معاملات أخرى وفى بعض البلاد قد تصل هذه النسبة إلى ٩٠٪.

• إزالة العظم deboning: تجرى إزالة العظم على الذبائح وهى معلقة وتعمل القطعيات لإزالة الأجزاء ولحم الصدر ولحم الورك والشذابات. ويجرى إزالة العظم من الدبابيس وأيضاً الأوراك حيث تدفع عظمة الدبوس طولياً خارج اللحم ويضغط لحم الورك مع إزالة العظم. ويزال العظم من بقية الأجزاء ويصبح اللحم المزال العظم هريساً

دقيقاً جداً أو أنه يصبح ذا جسيم حجمه ٥مم بحيث يصلح للسجق.

• المعاملات الأخـــرى further processing:

يقصد بالمعاملات الأخرى إزالة العظم وتقليل الحجم والحقن والشقلبة والتشكيل والإستحلاب. ومبادىء الإحتفاظ بالماء وإستخلاص البروتين وتكوين جل البروتين وربط اللحم مهمة. كذلك العجين والمعاملة ببقايا الخبز والطبخ والتجميد أو التدخين. ويوجد فى السوق الآن أجزاء مقطعة من مشوية ، صدور، هام وفرانكفوت وبولونا وسجق مطحون خشن وسالامى وباكون.

الكائنات الحية الدقيقة

microbiological concerns

الإهتمام يوجه إلى: كائنات الفساد والتى تسبب روائح أو نكهات غير مرغوبة، والكائنات الممرضة والتى قد تكون مميتة.

وقد يتم الفساد أحياناً من نمو وأيض بعض الكائنات الدقيقة فالمحبة للبرودة مثل *Pseudomonas* يمكنها أن تنمو على درجات حرارة المبرد ويبلغ الديك الرومى ظروف الفساد عندما تكون الرائحة غير المرغوبة ظاهرة (١٠^٧ خلية/سم^٢) أو يحدث تكون مرغ (١٠^٨ كائن/سم^٢) ومن المهم الإحتفاظ بدرجة حرارة صفر إلى ٤°م لتقليل نمو الكائنات الدقيقة فى الديك الرومى ومنتجاته.

والممرضات أكثر خطراًمن كائنات الفساد لأن الغذاء قد لايبدو تالفاً (أو حتى رائحته) ومما يهم فى هذه الحالة *Salmonella*, *Staphylococcus*, *Cambylobacter*, *Listeria* وأشكال الكولى. ويجب الإحتفاظ بالديك الرومى ومنتجاته مبردة وعدم تعرضها للشوائب والتلوث. والبكتريا تصل مع الريش والأقدام كما أنها توجد فى الأمعاء وقد تأتى من العمال والبيئة ويمكن تقليل المشاكل البكتيرية بإتباع طرق جيدة للإنتاج مثل التغذية بعلف نظيف وإستخدام أدوات نظيفة وترشيح الهواء الداخل وملاحظة مصادر المياه وإزالة الأمعاء بعناية وكلورة مياه التبريد والإصرار على نظافة العمال وإستخدام بروجرام صحى والتنظيف.

إستخدام المهدر

utilization of waste produts

معاملة الدواجن ينتج عنها كميات كبيرة من المياه المهدرة والمواد الصلبة وهذه يجب فصلها ومعاملتها قبل تصريفها ويلاحظ أن سلأ rendering المنتجات الثانوية كعلف حيوانى يعطى٥٠-٦٠٪ بروتين.

القيمة الغذائية

أن تكوين الديك الرومى يتوقف على الغذاء والعمر والجنس وظروف النمو وتختلف نسب الملح والدهن كثيراً وهو مصدر جيد لفيتامينات ب والأحماض الأمينية وبه نسبة منخفضة من الدهن وبه ٣٠٪ فقط دهن مشبع ولأن الدهن غير مشبع جداً فهو أطرى وعرضه للأكسدة والدهن أكثر فى اللحم الغامق والبروتين أعلا فى اللحم الفاتح (الجداول ١ و ٢).

والأسماء بالفرنسية dinde أو dindon، وبالألمانية Truthan أو Puter، وبالإيطالية tacchiro وبالأسبانية pavo أو pava. (Stobart)

جدول (١). التحليل التقريبى للديك الرومى (/١٠٠ جزء مأكلة على أساس الوزن الرطب)

المغذى	الصدر مع الجلد (طازج)	الصدر مع الجلد (مشوى)	الرجل مع الجلد (طازج)	الرجل مع الجلد (مشوى)	لحم فاتح اللون light meat (طازج)
ماء (جم)	٧٠,٥٠	٦٣,٢٢	٧٢,٦٩	٦١,١٩	٧٣,٨٢
بروتين (جم)	٢١,٨٩	٢٨,٧١	١٩,٥٤	٢٧,٨٧	٢٣,٥٦
طاقة (كيلوجول)	٦٥٩	٧٩٤	٦٠٥	٨٧٤	٤٨٣
دهن كلى (جم)	٧,٠٢	٧,٤١	٦,٧٢	٩,٨٢	١,٥٦
مشبع (جم)	١.٩١	٢,١٠	٢,٠٦	٣,٠٦	٠,٥٠
غير مشبع (جم)	٤,٣٢	٤,٢٥	٣,٨٩	٥,٥٩	٠,٦٩
كوليسترول (مجم)	٦٥	٧٤	٧١	٨٥	٦٠
رماد (جم)	٠,٩١	١,٠٣	٠,٨٩	٠,٩٩	١,٠٠
صوديوم (مجم)	٥٩	٦٣	٧٤	٧٧	٦٣

جدول (٢) التحليل التقريبى لبعض منتجات الديك الرومى (/١٠٠ جزء مأكلة وعلى أساس الوزن الرطب)

المغذى	هام	ملفوف roll خفيف	سلامى	فرانكفورتر	رغيف (الصدر)
ماء (جم)	٧١,٣٨	٧١,٥٥	٦٥,٨٦	٦٢,٩٩	٧١,٨٥
بروتين (جم)	١٨,٩٣	١٨,٧٠	١٦,٣٧	١٤,٢٨	٢٢,٥٠
طاقة (كيلوجول)	٥٣٨	٦١٧	٨٣٣	٩٤٩	٤٦٢
دهن كلى (جم)	٥,٠٨	٧,٢٢	١٣,٨٠	١٧,٧٠	١,٥٨
مشبع (جم)	١,٧٠	٢,٠٢	–	–	٠,٤٨
غير مشبع (جم)	٢,٦٧	٤,٢٤	–	–	٠,٧٣
كوليسترول (مجم)	–	٤٣	٨٢	١٠٧	٤١
رماد (جم)	٤,٣٢	٢,٠٠	٣,٤٢	٣,٥٣	٤,١٨
صوديوم (مجم)	٩٩٦	٤٨٩	١٠٠٤	١٤٢٦	١٤٣١

(Macrae)

تدخين الأغذية smoking foods

التدخين من أقدم أنواع حفظ الأغذية. والأغذية التي يتم تدخينها عادة هي اللحوم والسمك والقشريات والجبن.

وينتج الدخان برفع درجة حرارة الخشب مع حد الهواء حتى يمتنع الإحتراق ولكن يسمح بالتقطير الهادم destructive distillation وتاريخياً كان ذلك يتم بحرق أجزاء صغيرة مثل نشارة الخشب. وتبلغ درجة الحرارة في نشارة الخشب مابين ٧٠٠ - ١٠٠٠°م ولكنها تنزل بسرعة إلى ٣٠٠°م أو أقل على مسافة قصيرة من المركز وعند ٢٠٠°م فإن الخشب يحدث له تقطير جزئي وأحسن نواتج هدم تحدث مابين ٢٠٠- ٤٠٠°م وهذا مايسمح له بأن ينتشر على الأغذية الجاري تدخينها.

◈ العوامل المؤثرة على تكوين دخان الخشب factors affecting the composition of woodsmoke

• نوع الخشب type of food: يحتوى الخشب على ٤٠ - ٦٠٪ سيليلوز (بيتا-جلوكونات)، ٢٠ - ٣٠٪ هيميسليلوز، ٢٠ - ٣٠٪ لجنينات ونسبة صغيرة من البروتين ثم هناك بعض التربينات والفينولات ونسبة الرطوبة منخفضة. وعادة يقسم الخشب إلى خشب صلب وخشب طرى والخشب الصلب يحتوى هيميسيليلوز أكثر بينما الخشب الطرى به بنتوزانات أكثر كما أن الخشب الطرى به لجنين أكثر مع متبقيات جواياكول (٢ميثوكسى فينيل 2-methoxyphenyl) بالنسبة لمنتجات السيرنجيل (٢،٦ ثنائى ميثوكسى فينيل 2,6-methoxyphenyl) عن الموجود عادة في لجنينات الخشب الصلب.

وهناك إعتقاد عام بأن التدخين بالخشب الصلب مثل البلوط oak (*Quercus* spp.) والجوزية hickory (*Orya* spp.) والزان beech (*Fagus* spp.) وجار الماء alder (*Alnus* spp.) يعطى منتجات ممتازة بالنسبة للخشب الطرى.

• درجة حرارة إحتراق الخشب wood combustion temperature: فالكربونيلات الكلية carbonyls تزيد في مدى درجة الحرارة ٢٠٠ - ٤٠٠°م والفينولات الكلية تزيد في مدى ٤٠٠ - ٦٠٠°م والأيدروكربونات الأروماتية عديدة النوايا (أ.أ.ع.ن PAH polynuclear aromatic hydrocarbons تكون غائبة تحت ٤٠٠°م وتزيد بسرعة فوق هذه الدرجة وهذه غير مرغوبة ولذا يحسن حفظ درجة الحرارة تحت ٤٠٠°م.

• نسبة الرطوبة في غرفة التدخين smoke house humidity: يعتقد أن مكونات الدخان تدخل الغذاء أساساً بالإمتصاص في الماء المتخلل interstitial في الغذاء على الأقل بالنسبة للأغذية ذات نسبة الدهن المنخفضة والغذاء الذى يتم تدخينه نسبة الرطوبة به ٨٠٪ وله نشاط مائى مرتفع وكلاهما ينزل أثناء التدخين وامتصاص مكونات الدخان يكون أكثر عند بدء التدخين وينخفض بانخفاض نسبة الرطوبة. وتعمل الفينولات وخواصها المضادة للأكسدة وكذلك الخواص المضادة للكائنات الدقيقة للفينولات وأيضاً الأحماض

والفورمالدهيد على زيادة ثبات الأغذية المدخنة ولكن في الواقع فإن ضبط نشاط الماء من خلال التمليح أو التجفيف هو ميكانيزم الحفظ الأساسي.

• تأثير معدل تيار الهـــواء effect of air flow rate: تيار الهواء ضروري لنقل الدخان إلى الغذاء ومعدل تيار الهواء ونسبة الرطوبة تؤثر على معدل جفاف سطح الغذاء وبالتالي إمتصاص الدخان.

• وقت التدخين time of smoking: إن درجة الحـــرارة العالية تعمل على مسخ البروتين والإنكماش وبذا تعصر الدهن المذاب من الداخل إلى سطح الغذاء وربما هذا حَوَّر من إمتصاص الدخان. وعلى العموم فإن امتصاص الدخان عملية من الرتبة الأولى first order والمعدل ينخفض بتشبع السطح فإطالة التدخين قد لايزيد من امتصاص الدخان إلى الحد المتوقع ولذا فإن تركيز الدخان ينخفض كثيراً بعد الـ ٥ - ١٠مم تحت السطح إلا إذا أستخدم الدخان السائل بضخه في الداخل مع أملاح المعالجة.

• تأثير درجة حرارة المجفـــف effect of kiln temperature: يمكن تقسيم عملية التدخين تبعاً لدرجة حرارة المجفف إلى عملية ذات درجة حرارة منخفضة حيث لاتزيد عن ٣٠°م وعملية ذات درجة حرارة مرتفعة حيث تصل درجة الحرارة إلى ٨٠°م وفي هذه الحالة يتم أيضاً طبخ الناتج. علماً بأن درجة الحرارة المستخدمة في الأماكن الإستوائية قد تصل إلى ١٢٠°م إذا كان الجو المحيط رطب جداً.

◈ تأثير التدخين على الغذاء
the effect of smoking on foods

• **التغيرات في القيمة الغذائية:** التدخين خاصة التدخين الساخن يمكن أن يؤدي إلى هدم التربتوفان والسستين والليسين والأحماض الأمينية الأخرى القاعدية سواء كانت حرة أو مرتبطة في البروتين خاصة في ٥ - ١٠مم الخارجية. وتجارب تغذية الحيوان تبين أن نسبة كفاءة البروتين قد تتأثر وهذا ربما أثر على مستوى البروتين الحيواني في بعض البلاد الإستوائية.

• **الخواص الحسية للأغذية المدخنة**

- القـــوام texture: إن المنتجـــات الأوروبيـــة المدخنة على البارد عادة لها قوام ناعم وطري والمدخنة على الساخن لها قوام متماسك وسطح جاف مع جزء داخلي طري لإحتوائها على الدهن. ويتأثر القوام كالتالي:

١- مدى ومعدل فقد الماء فكلما زاد فقد الماء كلما أعطى قواماً متماسكاً والفقد الأسرع يعطي فرقاً في القوام مابين السطح والداخل.
٢- كلما زادت نسبة الدهن كلما كان غضاً succulent وتوزيع الدهن له تأثير أيضاً وهذا يتأثر بدرجة الحرارة أثناء المعاملة.
٣- مسخ البروتين التركيبي والأنسجة الضامة والمسخ أكثر في حالة درجات الحرارة المرتفعة مع تركيز الملح العالي. والسَمَك أكثر تأثراً عن اللحم وكلما زاد المسخ كلما أعطى قواماً متماسكاً.
٤- مدى التحلل الذاتي autolysis خاصة التحلل البروتيني كلما زاد التحلل البروتيني

كلما كان القوام طرياً وهذا واضح فى السمك غير مزال الأمعاء.

- اللون color: تفاعلات الكربونيل-أمين carbonyl-amino والتى تعطى اللون الأصفر أو البنى المحمر لسطح الأغذية المدخنة فتفاعل الليسين مع الدهيد الجليكول glycolic aldehyde أو ٢،٣-بيوتانيديون 2,3-butanedione أو البيروفالدهايد pyruvaldehyde أو الكونيفرالدهايد coniferaldehyde أو سينابالدهايد sinapaldehyde وقد يستخدم أحياناً أصباغ أو كاروتينويدات لتلوين الناتج.

- النكهة flavor: يعتبر الكثير أن مركبات الفينول خاصة ٤-ميثيل جواياكول 4-methyl guaiacol والجواياكول guaiacol واليوجينول eugenol هامة فى إعطاء نكهة التدخين ولكن لاشك أن هناك مواد طيارة أخرى مهمة من بينها البيرازينات pyrazines واللاكتونات lactones (الجدول ١)

جدول (١): بعض خواص فينولات دخان الخشب.

المركب	فى الماء				فى الزيت		وصف الرائحة
	عتبة المذاق	دليل المذاق	عتبة الرائحة	دليل الرائحة	عتبة الرائحة	دليل الرائحة	
جواياكول	٠,٠١٣	٦٤٠٠	٠,٠٢١	٤٦٠٠	٠,٠٧	١٠٠٠	حلو، مدخن وحريف نوعاً
٤-ميثيل جواياكول	٠,٠٦٥	٩٠٠٠٠	٠,٠٩٠	٥٨٨٠٠	٠,٤٠	١٨٠٠٠	حلو، مدخن
٢،٦-ثنائى ايدروكسى فينول	١,٦٥٠	١٤٠٠	١,٨٥٠	١٢٠٠	٠,٣٤	٧٠٠٠	مدخن

خطر التدخين
assessment of toxic hazard

إن أمان المواد الممرضة يتوقف أساساً على وجود الأيدروكربونات الأروماتية عديدة النوايا (أ.أ.ع.ت) وقد وجد ١٣ مركباً منها فى الدخان وأحدها وهو بنزول [ألفا] بيرين benzol [α] pyrene عرف أنه مسرطن للقوارض. كذلك فقد أبدى الإهتمام بوجود الأمينات غير متجانسة الحلقة الأروماتية heterocyclic aromatic amines فى الأغذية خاصة اللحوم والسمك المشوى وهذه المركبات نتيجة إنحلال حرارى pyrolysis وتأتى من أحماض أمينية مثل التربتوفان أو حمض الجلوتاميك أو الكرياتينين ومنتجات من تفاعل مايارد وبعض مطفرات mutagens. كما يجب ملاحظة وجود الزعافات الفطرية والزعافات البكتيرية أو الكائنات الحية الدقيقة الممرضة.

تطبيقات التدخين
applications of smoking

الدخان المستخدم فى معالجة الأغذية يتكون من معلق من جسيمات صغيرة جداً فى طور بخارى مكوناً معلقاً رذاذياً aerosol.

طرق تدخين الأغذية

methods of smoking foods

هناك ثلاث طرق رئيسية لإنتاج الدخان في تنكيه الأغذية:

١- الطريقة التقليدية traditional method:
وهذه الطريقة المباشرة غير الكاملة للتهدم الحراري للخشب لإنتاج الدخان وهي إما باردة أو ساخنة.

أ- التدخين الساخن hot smoking: وهذا يشمل تعريض المنتج لدرجة حرارة ٨٠°م وربما ١٠٠°م بغرض طبخ الغذاء بجانب تدخينه وتجفيفه. ومدة التدخين تتوقف على المعالجة المرغوبة إذا كانت خفيفة أو متوسطة أو قوية وعلى سماكة المنتج.

فالمنتج يعامل بالمأج لمدة من عدة دقائق إلى عدة ساعات ثم يوضع على رفوف والدخان يتخلله بمعدل ودرجة حرارة معينين. وهناك ثلاثة أنواع من غرف التدخين. ١- دوران هواء طبيعي. ٢- دوران هواء مدفوع. ٣- مستمر. وهناك تحويرات للأصناف الثلاثة. ونوع الهواء المدفوع حل محل دوران الهواء الطبيعي لأنها تسمح بضبط أكثر لحركة الهواء مع ضبط درجة الحرارة أما المستمرة فتتكون من سلاسل مستمرة.

ب- التدخين البارد cold smoking: وهذه يقصد بها إعطاء نكهة مرغوبة للمنتج أكثر منها الحفظ، والذي يتم في هذه الحالة على درجة حرارة منخفضة. ففي المجفف تحفظ درجة الحرارة تحت ٣٠°م ويختلف وقت التدخين من عدة ساعات إلى عدة أيام.

٢- الدخان السائل liquid smoke: نشارة الخشب على درجة منخفضة من الرطوبة تسخن إلى ٥٠٠ - ٦٠٠°م والدخان الصاعد يمرر إلى وعاء فصل القار tar والرماد ثم إلى برج مهيأ من خرز السيراميك حيث يتكثف بخار الدخان وهو يتكون من: ١- طور مائي يتكون من خليط من أحماض دهنية منخفضة نقطة الغليان ومركبات كربونيلية وكحولات (حمض البيروليجنيوس pyroligneous والفورمالين والفيرفيورال. والفورمالين مسئول عن التعقيم المباشر لسطح الغذاء والمركبات الكربونيلية يدعى أنها مسئولة عن تكون اللون المرغوب)، ٢- والغاز غير المختلط (الدخان السائل) فهو ما ٠ حتى ٩٢٪، وفينولات من ٠,٢ - ٢,٩٪ وأحماض من ٢,٨ - ٩,٥٪ والمركبات الكربونيلية ٢,٦ - ٤,٦٪.

أما الطور القاري فيحتوي على كريزول وجواياكول ويوجينول وميثيل جواياكول وبيروجالول وغيرها وهذه المواد تعمل كمواد مضادة للبكتريا ومضادة للأكسدة ويخزن الدخان السائل في تنكات لمدة ٢-٤ أسابيع للسماح بفصل الغاز والجسيمات الغروية التي تحتوي مستويات عالية من ايدروكربونات أروماتية عديدة النوايا (أ.أ.ع.ن) ومن بينها بنزو [ألفا] بيرين والمترشح الباقي رائق ويمكن إستخدامه كما هو أو يركز بالتقطير التجزيئي والإستخلاص بمذيبات انتقائية.

وإستخدام الدخان السائل يوفر عدة فوائد على استخدام الطريقة التقليدية فهو يوفر جودة ثابتة ومتجانسة وناتج يمكن إعادة تكوينه وبعض أ.أ.ع.ن والقار والهباب قد أزيلا فهو ضمان أكثر في

استخدامه وهو إقتصادى من حيث الوقت وسهولة الإستخدام وليس هناك خطر النار فى إستخدامه.

نكهة الدخان smoke flavor

هناك بعض العلامات فى أن إستهلاك اللحوم المدخنة والسجق والسمك على مدد طويلة قد يكون سبباً فى ظهور سرطان القناة الهضمية ولذا بذلت مجهودات لتكوين نكهة دخان مأمونة سمياً. والإهتمام هو فى إزالة أ.أ.ع.ن خاصة البنزو [ألفا] بيرين.

وبدراسة الجزء الذائب فى الدهن بكروماتوجرافيا غاز-سائل للدخان المكثف وجد حوالى ٢٠ مركبا أروماتياً مختلفاً ومعظمها فينولات وبعض الألدهيدات الأروماتية. وقد وجد بالدراسات العضوية الحسية أن سيس أيزو-يوجينول cis-iso-eugenol ، ٢، ٦ ثنائى ميثوكسى-فينول 2,6-dimethoxyphenol و ٢،٦-ثنائى ميثوكسى-٤-ميثيل فينول 2,6-dimethoxy-4-methylphenol تساهم فى نكهة الدخان المميزة.

وأمثل خواص النكهة التى يمكن التوصل إليها يتوقف على نوع الناتج ومحتواه الدهنى وطريقة معاملته ومن أمثلة ذلك ٤٥ جزء فى المليون للهام، ٣٢جزء فى المليون للباكون، ١٥-٤٥ جزء فى المليون للسجق وبطارخ القد ومعجون السمك وسجق السمك. والغرض من التدخين التقليدى هو زيادة عمر الرف للمنتج ولذا يجب معرفة تأثير الدخان السائل فى هذا. وقد وجد أن ٢، ٦-ثنائى ميثوكسى-٤-أيدروكسى بنز الدهايد 2,6-dimethoxy-4-hydroxybenzaldehyde وهو من المكونات النشطة فى نكهة الدخان وله تأثير ضد الأكسدة وضد الكائنات الحية الدقيقة.

◈ تطبيقات نكهة الدخان

مكونات النكهة توجد فى ثلاث أشكال مائية وذائبة فى الدهن وجافة ويمكن إستخدامها كالتالى:

• **رأس رذاذ مغزلى spinning head spray system**: تستخدم هذه الطريقة جهاز هواء مختلف السرعة والذى يغزل قرص تذرير على مابين ١٠٠٠ - ١٨٠٠٠ دورة فى الدقيقة مكوناً تذريراً دقيقاً جداً. والسائل يغذى إلى المسدس خلال مضخة وتوصل طاقة كهربية ساكنة إلى طرف المسدس. وهذا النظام يمكن إستخدامه لرش المحاليل المائية لمستخلصات الدخان والنكهة إلى الباكون والهام والدجاج.

• **جهاز رذاذ غير هوائى airless spray system**: إن مضخة ضغط غير هوائية تغذى السائل خلال فوهة رذاذ والطاقة الكهروساكنة تطبق عند طرف الرذاذ. والتطبيقات تتم فى أنظمة مائية-مستخلصات فى محاليل ملحية تسمح بالتدخين والمعالجة لمنتجات السمك فى عملية واحدة.

• **ترذيذ المسحوق powder spraying**: يحصل على نكهات المسحوق بخلط مكونات النكهة مع الدكستروز أو النشا فيوجد قادوس hopper ومسدس رذاذ والقادوس له منظمان لضبط الهواء إلى مضخة فنتورى venturi pump وإلى مروحة

الهواء للمسدس ومنظم ثالث يضبط درجة الإهتزاز عند قاعدة القادوس. أما المسدس فله رؤوس تتغير وتسمح بإختلافات فى الترذيذ.

• **تغطية النكهة فى الأكلات الخفيفة flavor coating savory snacks**: وهذا النظام يدمج الشحنات الموجبة للمنتج والشحنات السالبة بواسطة التنكيه. والمصنع يتكون من هزاز لطبقة مسيلة يختلف ضبطها وتغذى النكهة على حد سكين حيث تلتقط شحنة سالبة وتبرزها فى تيار من منتج عليه شحنات موجبة تقع حرة فى الهواء. وبذا فإن النكهة تلتف حول المنتج الذى يقع.

وبجانب هذه الطرق المتقدمة فإن نكهة الدخان فى مأج أو من غير مأج يمكن حقنها مباشرة فى المنتج وتمتص أثناء المعالجة وهذا يمتاز بالتسهيل ويحسن من الضبط والصحة hygiene.

السمك : يجب استخدام سمك درجة أ فيغسل لإزالة القشور ومرغ السطح وخلافه ثم يزال الرأس والأمعاء ويغسل التجويف البطنى لإزالة أى آثار للدم وبطانة البطن ثم عادة يعامل بمأج قبل التدخين وتجرى المعاملة بالمأج للضمان. فلاستبعاد *Clostridium botulinum* تماما فإن درجة حرارة السمك الداخلية يجب أن تصل إلى ٨٢°م لمدة ٣٠ق إذا كان المحلول الملحى ٣,٥٪ أو إلى ٦٥°م لمدة ٣٠ق مع ٥٪ محلول مأج. ثم يعلق السمك أو يوضع أفقياً على رفوف فى مجففات التدخين. وإذا سمحت الأجهزة فإن التدخين يجرى على مراحل فأولاً على ٣٠°م لمدة ٦٠ق ثم على ٥٠°م لمدة ٣٠ق وأخيراً على ٨٠°م لمدة ساعتين أو أكثر حتى يصل المنتج للون والقوام المطلوبين.

ويجرى التدخين السائل على الأسماك الأقل دهنية مثل القد والحدق haddock وقد تستخدم الطريقة التقليدية أو الدخان السائل. فالسمك المعامل بالمأج أو غير المعامل يبلل بكمية مناسبة من الدخان السائل ثم يترك ليصفى قبل وضعه فى مجفف إذا كان يراد تخزينه طويلاً. وحالياً يمكن حفظه تحت فراغ أو تبريد وأكثر أنواع السمك حفظاً الرنجة والحدق والاسقمرى mackerel والسالمون والأسبرط sprat.

اللحم meat: الملح يُجَفِفْ ويُغَير من الضغط التناضحى ويُثَبِط من نمو الفطر ومايتبعه من تلف بكتيرى وإستخدامه يعطى ناتجاً ملحياً جافاً صلباً غير مستساغ فهو يستعمل تبعاً لذلك مع النتريت/النترات. والتركيز المستخدم ٦٥٪ معالجة تخليل pickle cure. أما السكر فهو للنكهة فهو يحور من صعوبة الملح كما أنه يعمل على تكوين مركبات بنية أثناء الطبخ ويحسن من نكهة اللحوم المعالجة.

النتريت والنترات فى المعالجة: إن إضافتها يسمح بالمزايا : ١- تثبيت لون النسيج للحوم الحمراء. ٢- يساهم فى النكهة المميزة للحوم المعالجة. ٣- تثبيط نمو كائنات الفساد وبذا يقلل من خطر التسمم . ٤- يؤخر من التزنخ فى الأجزاء الدهنية من اللحم.

وقطع اللحم الممتاز تشذب من معظم الدهن الزائد ثم تعالج في مخلوط معالجة يحتوى ملحاً ونتراتاً ونتريتاً في ماء لمدة قد تطول إلى ٧ - ١٠ أيام على ١ - ٤°م أو أن اللحوم يضخ فيها المخلوط قبل تدخينها ويتوقف على درجة حرارة التدخين فقد تطبخ في فرن حتى تصبح جيدة ثم قد تحفظ تحت فراغ. وهذه الأيام تطبخ اللحوم في مخلوط من دخان سائل قبل تعبئتها. وأهم مايحفظ من اللحم الهام والبقر والضان والغزال وكذلك الدواجن المدخنة والديك الرومى وكذلك بعض أنواع السجق.

الجبن cheese: يدخن أنواع من الجبن سيرتبنر seretpenir (إيران) وكاراماكاز caramakase (ألمانيا) وباندال bandal (الهند) وفولجودسكى volgodski (روسيا) وهى تعلق في جو من الدخان دون الحاجة لرفع درجة الحرارة ويستخدم خشب البلوط أو التفاح في إنتاج الدخان وقد يستخدم حالياً الدخان السائل. وفي هذه الحالة يضاف إلى اللبن أو يرش على الخثرة قبل الضغط وقد يكون مخلوطاً بالملح. وفي طريقة أخرى يوضع الجبن في غشاء منفذ ويغمس في محلول لنكهة الدخان.

والتدخين التقليدى يجعل الدهن يذهب إلى السطح في الجبن وهو يبخر الرطوبة ويدخل بخار الدخان الذى يحتوى على المواد الفينولية وهذه تساعد على الحفظ كما تعطى نكهة للجبن. والدهن على السطح يمنع نمو الفطر إذا كان الجبن سيحفظ جافاً. (Macrae)

◈التدخين والغذاء والصحة
smoking, diet and health

• تأثير التدخين على الغذاء

الطاقة: وجد أن المدخنين يستهلكون مثل أو أعلا من غير المدخنين يومياً (٠,٥ - ١,٥ ميجاجول (١٢٣ - ٣٥٠ سعراً أو ٥ - ١٣٪)/يوم). وقد وجد إن إستهلاك الكحول أعلا مابين المدخنين عن غير المدخنين. ومايتناوله المدخن من حمض اللينولييك وكذلك نسبة الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع أ.د.ع.ع.ش إلى الأحماض الدهنية المتشبعة (أ.د.ش) أو (ع/ش) وجد أنها أقل في الحالتين مابين المدخنين عنها مابين غير المدخنين (حوالى ٢-٣جم/يوم (١٥-٢٧٪) و ٠,٠٤-٠,٠٩ (١٢ - ٢٦٪) تباعاً).

واستهلاك الألياف الغذائية أقل مابين المدخنين عنه بين غير المدخنين (٣-٦جم/يوم أو ١٣ -٣٢٪) وكذلك فإن المدخنين يتناولون عدة فيتامينات ومعادن أقل عن غير المدخنين وأكثرها وضوحاً فيتامين ج (٢٢٪ أقل) والبيتا كاروتين (٢٥٪ أقل).

ومما يعقد الأمر أن الإختلافات مابين المدخنين وغير المدخنين تتصل أيضاً بطبيعة العمل فهناك مدخنين أكثر مابين العمال اليدويين عن غيرهم.

تأثير التدخين على وزن الجسم

من الواضح أن المدخنين يزنون أقل من غير المدخنين بمقدار ٢-٥كجم كما أن هناك إتفاق على أن المدخنين يكسبون وزناً عندما يمتنعون عن التدخين وأن وزنهم يصبح مماثلاً لوزن من لم يدخن إطلاقاً. وقد يرجع ذلك إلى أن التدخين يزيد معدل الأيض و/أو يقلل من كفاءة تخزين

الطاقة عن طريق فسيولوجى الأمعاء وبذا يزعج الإمتصاص أو بالتأثير على بعض طرق الأيض بحيث تبعد عن التخزين.

والمدخنون يزيدون فى الوزن عدما يمتنعون عن التدخين وهذا قد يكون عائداً إلى خفض فى معدل الأيض و/أو زيادة فى إستهلاك الغذاء. ويزيد تناول الطاقة فور الإمتناع عن التدخين على الأقل فى المدى القصير بحوالى ٠.٨٤ مليون جول (٢٠٠ سعراً أو ٨٪)/يوم.

تأثير التدخين على إحتياجات التغذية

هناك تأثير فى أن التدخين قد يزيد الإحتياجات الغذائية فحمض الأسكوربيك فى كل من البلازما والكرات البيضاء leukocyte، وكذلك مستويات البيتا كاروتين كانت أقل بين المدخنين عنها بين غير المدخنين. ودلت الدراسات على أن فيتامين ج له نصف عمر أقل وأن التحول الأيضى أعلا له فى المدخنين عن غير المدخنين. فقد وجد أن فيتامين ج يحتاج إلى ٤٠٪ للمدخنين أكثر عن غير المدخنين ليصل إلى تركيز الحالة الثابتة.

تأثير التدخين على مخاطر المرض

السرطان: لقد عرف من سنة ١٩٥٠ أن التدخين هو السبب الرئيسى للسرطان. فمثلاً هو المسئول عن سرطان الفم والحلق والمرىء والبنكرياس والقنوات البولية والعنق cervix. والخطر من سرطان الرئة يظهر أنه أقل بين مدخنى البيبة pipe والسيجار عن مدخنى السجائر. والدراسات تدل على أن خطر سرطان الرئة أقل بمقدار ٢٠٪ عند تدخين السجائر ذات الفلتر (تار أقل) من السجائر من غير فلتر (تار أكثر). وقد وجد أن خطر السرطان يرتبط عكسيا مع ريتينول الدم (فيتامين أ) وتناول البيتا كاروتين (مولد فيتامين أ) أقل يعرض المدخنين أكثر مما لو تناولوا بيتا كاروتين أكثر وسبب ذلك ربما عاد ليس إلى نشاطه كمولد لفيتامين أ بل أكثر إلى مقدرته على ربط الأكسجين والإمساك بالشقوق الحرة العضوية

والتدخين السلبى passive smoking قد وجد أن زوجات المدخنين اللاتى لايدخن ربما كانت نسبة الخطر أعلا بمقدار ١٠ - ٣٠٪ عن الوزجات اللاتى لايدخن ولا يدخن أزواجهن أيضاً وإن كانت الدراسة لم تبين ذلك بوضوح.

داء القلب الإكليلى (د.ق.أ)

coronary heart disease (CHD)

إن أمراض القلب وأوعية الدم مسئولة عن ٣/١ حالات الوفاة بين المدخنين فحالات القلب تزيد بمقدار ٣ مرات بين متوسطى الأعمار للرجال الذين يدخنون ١٥ سيجارة أو أكثر كل يوم عن متوسطى الأعمار للرجال الذين لايدخنون. وأن نوع السيجارة بفلتر أو بدونه ليس له تأثير على خطر داء القلب الاكليلى (د.ق.أ CHD) فالمكونات الضارة يبدو أنها فى الغازات التى تمر خلال الفلتر والتار والنيكوتين يبدو أن ليس لها تأثير على خطر د.ق.أ CHD.

وخطر د.ق.أ CHD أكبر مع الذين يبتلعون الدخان عن الذين لايبتلعونه وإن كان غير المعروف أى المكونات مسئول. وإن كان هناك تركيزاً

علـــى ك أ لأنه يتحد بالهيموجلوبين وبـذا يقلـل من مقدرة الدم على حمل الأكسجين.

(والإمتناع عن التدخين لـه تأثيره النـافع فـى تقليل خطر المـوت بعـد احتشاء عضلـى قلبـى (الذبحـة القلبية) myocardial infraction) فـالموت بعـد ذلك نسبتة الضعف بين المدخنين الذيـن يستمرون فى التدخين بعد الاحتشاء العضلـى القلبى/الذبحة القلبيـة عنـه بـين مـن يمتنعـون عـن التدخـين. وميكـانيزم تأثير التدخين على خطـر د.ق.أ CHD ربما كان عن طريـق تشجيع جلطة الدم thrombi بزيادة مستويات الفيبرينوجين وعوامل قطع النزف الأخـرى haemostotic factors أو قـد يشـجع التدخين على تكوين صفائح دهنية plaques على سطح الأوعية الدموية ويزيـد من تضييـق الشـرايين التاجية ويقلل من وصـول الأكسجين ويقـوى القـوة اللانظامية potentiate arrythmias.

أمراض أخرى

هنـاك علامـات أن التدخـين لـه علاقـة بأمـــراض أخرى منها الإلتـهاب الشـعبى المزمـن chronic brunehitis وإنتفـــاخ (الرئـــة) emphysema فمعدل الموت أكبر بمقدار ست مرات عنه بـين غير المدخنين.

كما أن هناك إرتباط بين التدخـين وتضييـق الأوعية الدموية فى الأطـراف فالمرضى الذين يعانون من أمـراض شـريانية فـى الأرجـل ٩٥٪ منـهم مـــن المدخنين. والمدخنون عندهم قرحات فى المعـدة والإثنى عشر بمعدل ضعف غير المدخنين. وكذلك فهناك علامات على أنهم يتعرضـون أكثر لكسور فى الـورك hip والفقرات والكُعْـبُرة البعيـــدة distal radius.

وكثافة العظام أقل فى المدخـنين عنـها فـى غـير المدخنين.

والنساء الذين يدخنون أثنـاء الحمل يلـدون أطفالاً أصغر (٢٠٠جم أو ٦٪ أخـف) عـن الأمـهات الذيـن لايدخنون كما أنهن يفقدن الأطفال حـوالى وقـت الـولادة بمقـدار ٢٨٪ عـن غـير المدخنـين والنسـاء الذين يمتنعـون عـن التدخين حـوالى الشهر الرابع من الحمل يكـون أطفالهن عند الـولادة مشـابهين لأطفال النساء الذين لم يدخن إطلاقاً.

والأطفال لوالدين يدخنـان أقصر بمقـدار ١سم عـن قرانـهم عنـد سـن المـدارس الأوليـة. وعنـد سـن ١١سنة فـإن ذكـاءهم الفكـرى كمـا قيـس بفـهم مايقرأوه والمقدرة الحسابية يكـون متأخراً بمقـدار ستة أشهر عن الأطفال الذين لم تدخن أمهاتهم.

التأثيرات الفسيولوجيية للتدخين

وجـد أن دخـان الطبـاق ومكوناتـه تتدخـل مـع وظائف الرئة من حيـث : ١ التخلص من المخـاط فى الطرق الهوائية. ٢- دفاع الرئتين ضـد العدوى. ٣- تـوازن الإنزيمـات التـى تحـافظ علـى سـلامة الـتركيب للرئتـين. والمدخنـون لهـم تركـيز فيـبرينوجين بلازمـا أعـلا وأعـلا فـى عـد الكـرات البيضاء عن غير المدخنين وهذا لـه علاقـة بزيـادة خطر د.ق.أ CHD.

والمعروف أن النيكوتين يزيـد من معــدل القلب وضغـط الـــدم وخفـض فـى vascula prostacylin production وزيـادة فـى التصـاق كريات الدم.

والنساء المدخنات وجد أنهن لهن أستروجينات البول oestrogen urinary أقل عن غير المدخنات واحتمال أن يكن عقيمات أو يأخذن وقتاً أطول للحمل. وكذلك فإن النساء المدخنات يأتيهن سن اليأس أسرع من اللاتى لايدخن بمقدار ١-٢ سنة والسبب ربما فى التأثير السمى على المبايض والتدخل مع إطلاق المشط المسلى gonadotrophin وتغيير فى أيض أستيرويدات الجنس.

والتدخين يعطى تأثيرات متناقضة على السلوك فأحياناً تسرع عمليات التنشيط الكهربى للمخ ولكن فى أحيان أخرى تحت ضغط فإن نشاطها ينقص.

كما أن التدخين له تأثير على زيادة أيض الأدوية بحيث يزيده. (Macrae)

الدخن the millets

(Serna-Saldivar)

الدخن أنواع مختلفة كثيراً لحشائش ذات بذور يمكنها النمو فى ظروف تربة منخفضة الخصوبة ورطوبة منخفضة وجو حار. وهى ذات قيمة خاصة فى المناطق شبه الجافة نظراً لقصر فترة نموها والإنتاج الأعلا تحت ظروف الحرارة والجفاف حيث ربما لايصلح إنتاج كل من الذرة والذرة الرفيعة. وتستخدم الأجزاء الخضراء كغذاء وعلف.

والدخن اللؤلؤ pearl millet/bojra
Pennisetum americanum

هو أكثر أنوا ع الدخن زراعة وهو محصول هام فى الهند وأجزاء من أفريقيا. أما الدخن الأصابع finger/African millet
Fleusine coracana

فيزرع فى شرق أفريقيا والهند والصين.

ويزرع فى الشرق الأوسط والصين الدخن ذيل الثعلب foxtail millet أو الدخن الطليانى أو الألمانى *Seteria italica*

أما الدخن البروزو proso/common millet
Panicum milaceum

فيزرع فى الصين والإتحاد السوفيتى والولايات المتحدة الأمريكية وفى الأخيرة يستعمل كبذور للطيور أو قد ينفخ puffed لحبوب الأفطار أو يقشر ويباع فيما يسمى متاجر أغذية الصحة health food stores.

وقد زاد إنتاج الفدان من الدخن بعد الوصول إلى الهجن.

الفصيلة/العائلة: النجيلية Graminae

التركيب والخواص الطبيعية
structure and physical properties

أصناف الدخن اللؤلؤ لها بذور تختلف فى اللون والشكل كثيراً فمنها البيضاء والصفراء والقرمزية والرصاصية والخضراء والسوداء. وفى الشكل منها الاهليلجية elliptical والبيضى مقلوب obovate أو الكروى globular أو سداسية hexagonal وكثافة الحبة تتراوح بين ١,٢٨ و ١,٤٢ جم/سم٣ بينما الألف حبة من دخن الأصابع والبروزو وذيل الثعلب هى ٢,٦، ٤,٧ - ٧,٢ و ١,٨٦ جم/سم٣ على التوالى.

ولو أن الدخن تتشابه فى تركيبها الرئيسى إلا أن هناك إختلافات رئيسية وعموماً فهناك نوعان من الحبوب:

حويصلة utricles وفيها يحيط الغلاف الثمرى pericarp بالبذرة كالكيس sac ولكنه لايتصل بها

إلا فى نقطة واحدة وعلى ذلك فالطبقة الحامية فيها هى القصرة testa. والدخن الأصابع والبروزو وذيل الثعلب من هذا التركيب وفيها ينفصل (يتكسر) breaks away الغلاف الثمرى من القصرة وتصبح هذه المانع الحامى ولذا تكون مكتملة التكوين well developed سميكة وتكون مانع barrier قوى للسويداء.

والنوع الثانى من تركيب البذور هو الحبة/البرة caryopsis حيث يلتحم الغلاف الثمرى تماماً بالحبة ومن هذا الدخن: الدخن اللؤلؤ والفونيو والتف teff & fonio وفى الدخن اللؤلؤ تتكون الحبوب من الغلاف الثمرى والسويداء والجنين: ٨,٤ و ٧٥,٨ و ١٦,٥٪ من وزن الحبة على التوالى. والدخن اللؤلؤ يتكون من طبقة إلى طبقتين من الغلاف الخارجى epicarp وغلاف وسطى mesocarp يختلف فى السماكة تبعاً لظروف الوراثة وطبقة غلاف داخلى تتكون من خلايا صليبية cross وأنبوبية tube. وتوجد بعض الصبغات فى الغلاف الثمرى للدخن تف وفونيو واللؤلؤ والبروزو وذيل الثعلب.

وقصرة التف والفونيو ودخن الأصابع بها صبغات أيضاً فى حين أن الدخن اللؤلؤ له قصرة رفيعة تحت الغلاف الداخلى بها صبغات أو خالية منها. ويفضل فى الطحن التقليدى أصناف الدخن اللؤلؤ ذات الغلاف الوسطى mesocarp السميك.

ويكون السويداء معظم حبة أصناف الدخن وهو يتكون من أربعة أجزاء تركيبية structural: الطبقة البروتينية aleurone وتحتها وبالترتيب المساحات الطرفية والقرنية والدقيقية للسويداء. والطبقة البروتينية وحيدة فى جميع الدخن وتحيط بالسويداء وخلاياها مستطيلة ذات جدر سميكة وتحتوى على بروتين وزيت ومعادن وإنزيمات. وخلايا السويداء تحتوى حبيبات النشا التى تدفن embedded فى التركيب البروتينى protein matrix الذى تتوزع فيه الأجسام البروتينية. وحبيبات النشا كروية الشكل فى المساحة الدقيقية وتتحول تدريجياً إلى عديدة الجوانب polygonal فى مساحات السويداء القرنية والطرفية. ودخن الأصابع والبروزو متوسطة القوام. وأصناف الدخن اللؤلؤ تتراوح مابين أصناف كل سويداءها دقيقى إلى أصناف كل سويدائها قرنى. وبغض النظر عن نوع السويداء فإن جميع أصناف الدخن بها طبقة واحدة على الأقل من السويداء الطرفية تحت الطبقة البروتينية مباشرة.

والجنين كبير بالنسبة للسويداء فى الدخن اللؤلؤ وصغير جداً بالنسبة لها كما فى البروزو ودخن الأصابع وهو يحتوى على ٢٤,٥، ٣٢,٨، ٧,٢ من البروتين والدهن والرماد الموجود فى الحبة على التوالى.

التكوين composition

يتأثر التكوين التقريبى بعوامل البيئة والوراثة والدخن اللؤلؤ يحتوى على بروتين ودهن أعلا من الذرة الرفيعة ومن أصناف الدخن الأخرى لأنه برة/حبة عارية naked caryopsis. والحمض الأمينى المحدد لكل الدخن هو الليسين.

والبرولامينات هى الجزء الرئيسى فى بروتينات الدخن اللؤلؤ وذيل الثعلب والأصابع وربما كان

إحتواء الدخن اللؤلؤ على برولامينات متشابكة أقل هو السبب فى أن بروتينها له هضمية أحسن حتى بالنسبة للذرة الرفيعة، وكذلك يساعد على ذلك مايحتويه من نسب أعلا من الليسين. ونشا دخن اللؤلؤ يتراوح بين ٥٦ - ٦٥٪ وعلى أميلوز من ١٧ - ٢٩٪. ونشا البروزو والأصابع كان له قدرة ربط للمياه أعلا من نشا القمح كما أن اللزوجة فى مقياس قوة الإنزيمات amylograph لنشا الدخن كانت أعلا من نشا القمح عند كل نقط المرجع reference points فى منحنى مقياس قوة الإنزيمات.

وتبلغ نسبة الكربوايدرات الذائبة فى الدخن اللؤلؤ من ٢,٣ - ٢,٧٪، ٦٣٪ منها سكروز، ٢٩٪ رافينوز كما يوجد السكروز والستاكيوز والجلوكوز والفركتوز. وتكون البنتوزانات من ٢-٣٪ من حبة الدخن اللؤلؤ وتوجد رئيسياً فى جدر الخلايا. والبنتوزانات متصلة بالبروتين.

ونسبة الدهون الحرة المستخلصة من الدخن اللؤلؤ تبلغ من ٣ - ٧,٤٪ وفى الدخن الأصابع من ١,٨٥ - ٢,١٪ وتنقسم الدهون إلى ٧٠ - ٧٢٪ دهون متعادلة، ١٠ - ١٢٪ جليكوليبيدات و ٥-٦٪ فسفوليبيدات وفى الأحماض الدهنية البالمتيك حوالى ٢٠٪ والأوليك ٢٥٪ واللينوليك ٤٥٪ والأستياريك ٤٪ واللينولينيك ٣,٥٪.

والدخن اللؤلؤ هو أسرع الحبوب فى تكوين روائح ونكهات غير مرغوبة بعد الطحن وربما رجع ذلك إلى: ١- إرتفاع نسبة الدهن. ٢- الأحماض الدهنية غير المشبعة أعلا من الحبوب الأخرى. ٣- عدم إحتواء الدهن على مضادات أكسدة طبيعية. ٤- نشاط إنزيمى حلمأى أعلا. وأحد منتجات التدهور التأكسدى هو الهكسانال hexanal. وحبة الدخن اللؤلؤ الكاملة تزنخت بعد ٦ - ١٠ أيام وأصبحت غير مأكلة بعد ١١ - ١٤ يوماً وزادت مستويات الرطوبة والسكر والأحماض الدهنية الحرة وحموضة الدهن ورقم البيروكسيد أثناء التخزين. وكان الدقيق المحفوظ فى أكياس عديد إيثيلين أقل سرعة فى التدهور - ولم يظهر أى هكسانال لفترة ١٥ يوماً - عن الدقيق المحفوظ فى أكياس الجوت gunny sacks. وتتكون رائحة فئران حامضية أثناء التخزين وربما كان للإنزيمات دور فى ذلك. ومولد الرائحة كان له تركيب مشابه للأبيجينين apegenin وهو ألاجليكون فى الجليكوسيلفلافون glycosylflavone الرئيسى فى الدخن اللؤلؤ.

والدخن عموماً به نسبة رماد أعلا من بقية الحبوب والبوتاسيوم والفوسفور والمغنيسيوم والكالسيوم أهم المعادن فى دخن ذيل الثعلب والبروزو أما دخن الأصابع فرماده عال فى الفوسفور والكالسيوم والزنك والمنجنيز.

الفينولات العديدة والعوامل المضادة للتغذية polyphenols and antinutritional factors

الفينولات والتانينات العديدة تتحد مع وترسب البروتينات فى الأغذية وبذا تنخفض الهضمية. ودخن الأصابع هو الوحيد الذى يحتوى على التانينات المكثفة والبروزو يحتوى على ٠,٠٥٥ - ٠,١٧٨٪ تانين (مكافىء الكاتيكول) وبعد التقشير على آثار فقط. وتزداد هضمية البروتين فى الأوعية الزجاجية *in vitro* بعد التقشير.

نقع حبوب الدخن اللؤلؤ في محاليل حامضية مثل اللبن الحامض sour milk وقرون التمر هندى يقلل من لون الحبة كثيراً.

ودخن البروزو يحتوى على ٠,١٧ - ٠,٤٧٪ فيتات في الحبة الكاملة وبعد التقشير أصبح ٠,١٧ - ٠,٣٣٪. وفي الدخن اللؤلؤ والأصابع النتش malting أدى إلى انخفاض الفيتات من ١٧٢، ١٦٩ إلى ١٣٢، ٨٨ مجم/١٠٠ جم حب على التوالي.

ومن الدخن اللؤلؤ عزل مثبطان للتربسين لهما وزن جزيئي حوالي ١١٠٠٠ وعزى تأثير إنتفاخ الغدة الدرقية إلى ثيونامايد thionamide. وقد اعتقد أن المسبب لإنتفاخ الغدة الدرقية يوجد في الردة والسويداء ويمنع تحول الثيروكسين إلى ثالث أيودوثيروكسين.

الإنزيمات enzymes

تضاعف نشاط إنزيم الأميلاز في نتيشة الدخن الأصابع عن الحبوب غير المنبتة وكان رقم جيد الأمثل ٤,٦ - ٥,٠ وكان نشاط إنزيمات البروتين في النتيشة عند جيد ٤,٤.

وأصناف دخن البروزو أظهرت لإنزيمات البيتا أميلاز والبروتييز والسليلولاز والهيميسليولاز نشاطاً عند أرقام جيد ٥ للبيتا أميلاز، ٥,٣ للبروتيناز. وكان لدخن البروزو نشاطاً لإنزيمات السليولوز والهيميسليولوز.

تقنية مابعد الحصد
postharvest technology

في الأغلب تستهلك حبوب الدخن محلياً حيث تزرع والسنابل تجمع وتجفف وتخزن كاملة وقد تجرى التذرية بالضرب بالعصى أو بالدق في الهاون، ثم تذرى winnowed ويتم التقشير والطحن في الهاون أيضاً.

الطحن milling

في البلاد النامية يقشر الدخن ويطحن في الهاون أو بحجارة الطحن ثم التذرية winnowing أو غسل في مراحل مختلفة من الطحن لإزالة الذرة والجسيمات الخشنة والناعمة وهذا يحتاج عمالاً. والتقشير ربما أدى إلى إزالة من صفر - ٤٥٪ من وزن الحبة ويزيد الفقد في الدهن والرماد والبروتين بتقدم التقشير.

وكانت نسبة الإستخلاص لدخن اللؤلؤ والأصابع ٧٥، ٨٠٪ على التوالي مع فقد بعض المغذيات. ويميل دقيق الدخن للتزنخ بعد الطحن للأسباب السابق ذكرها. وإذا أزيل الجنين كله يزداد عمر الدقيق على الرف. وأنسب دخن لؤلؤ للطحن الجاف تكون حبوبه كروية متوسطة السماكة إلى سميكة في غلافها الثمرى ونسبة عالية من السويداء القرنية.

الطحن المبتل wet milling

إن إتاء النشا من الدخن اللؤلؤ فكان أقل جوهرياً من مثيله من الذرة أو الذرة الرفيعة وقد عزى ذلك إلى أن فصل البروتين لم يكن جيداً. ولكن خصائص طبخ نشا الدخن اللؤلؤ كانت من وجهة عامة مشابهة لخصائص نشا الذرة أو الذرة الرفيعة.

الإستعمال تغذاء food uses

٨٠٪ من المحصول تستخدم كغذاء للإنسان فهو يستخدم لدقيق أو نواتج تشبه الأرز أو في عمل عصيدة أو منتجات خبيز كخبز مفلطح مختمر أو غير مختمر وكأكلات خفيفة أو كمشروبات كحولية أو مع دقيق آخر في الخبز وفي الشرائطيات noodles.

ويحضر من الدخن اللؤلؤ النتيشة والمشروبات الكحولية فللحصول على النتيشة تنقع الحبوب في الماء لمدة ٢٤ ساعة والإنبات لمدة ٧٢ ساعة على ٢٣ - ٢٧°م وتجفف في الشمس أو في هواء ساخن (٤٥°م). وتفصل الحبوب المنبتة من النتيشة الجافة قبل الطحن. ويمكن إستبدال ٢٥٪ من نتيشة الشعير بنتيشة الدخن في إنتاج بيرة لها خواص تحليلية وعضوية حسية مشابهة لبيرة الشعير. ولكن تركيزات أعلا من دخن اللؤلؤ تؤدى إلى مستخلص نتيشة أقل قليلاً. ويصل نشاط تسكير النشا للدخن اللؤلؤ لأقصاه بعد ٣٢ ساعة تنبيت ثم ينقص سريعاً للعدم في ٧٢ساعة.

وتستخدم النتيشة في عمل مشروبات كحولية أو أغذية أطفال خاصة من الدخن الأصابع فيخلط مع دقيق البقول ويعطى للأطفال كعصيدة التى تنخفض لزوجتها بفعل الإنزيمات ممايزيد من تقبل الأطفال لها.

ولعدم وجود الجلوتن لايصلح الدخن في عمل الخبز المنتفخ ولكن دقيق البروزو يخلط بنجاح بنسب تبلغ من ٢٠ - ٣٥٪ من دقيق القمح لإنتاج خبز مقبول جداً. وعند إضافة ٠,٦٪ ليسيثين الصويا غير المكرر إلى دقيق الدخن اللؤلؤ الذى مُيّه hydrated وجفف من قبل أمكن الحصول على بسكويت cookies مشابهة للتى يمكن الحصول عليها من دقيق القمح الطرى. ودخن الأصابع ينفخ puffed لإنتاج أكلات خفيفة وأحسن الظروف هى تهنئة الحبوب إلى ١٩٪ رطوبة وتركها لتتوازن لمدة أربع ساعات، والنفخ puffing فى رمل ساخن على ٢٧٠°م.

القيمة الغذائية nutritional value

إن تجارب تغذية الحيوانات المستأنسة domestic أظهرت أن الدخن له قيمة غذائية مماثلة لمعظم الحبوب الأخرى إن لم تكن أحسن ويرجع ذلك لأنها ذات سعرات أكثر وبروتين أجود. وهضمية المغذيات في الدخن يمكن مقارنتها بالحبوب الأخرى.

إن الحمض الأمينى المحدد فى الدخن هو أيضاً الليسين وهضمية البروتين ومحتوى الليسين في الدخن اللؤلؤ أعلا منها فى الذرة الرفيعة وتقارن بهما في الذرة. والأحماض الأمينية في الدخن أحسن منها في الذرة الرفيعة والذرة وتقارن بالقمح والشعير والأرز.

ونسبة كفاءة البروتين ن.ك.ب PER لدخن ذيل الثعلب والبروزو واللؤلؤ والأصابع كانت ٠,٨، ١,١، ١,٦ و ٢,٠ على التوالي وإضافة ٤٠٪ دقيق حمص *Cicer arietinum* إلى الأغذية حسنها كثيراً لأن الحمض غنى فى الليسين.

وفى تجربة بيولوجية على الفئران كانت نسبة كفاءة البروتين ن.ك.ب P.E.R وصافى نسبة البروتين ص.ن.ب NPR وصافى إستخدام البروتين ص.أ.ب NPU والقيمة البيولوجية ق.ب BV لغذاء

تقليدى نيجيرى للفطام مصنوع من الدخن كانت ١,٢٢، ٢,٥١، ٤٩,٢ و٥٣,٧ على التوالى. وتقوية الأغذية التقليدية بـ ٢٢,٥٪ فول صويا معامل بالحرارة حسنت القيمة الغذائية كثيراً فزادت قيم ن.ك.ب، ص.ن.ب، ص.أ.ب، ق.ب للعصيدة المقواه إلى ٢,٢، ٢,٧٦، ٦٧,٦، ٧٩ على التوالى.

كما أن إضافة الليسين إلى أغذية الدخن اللؤلؤ حسنتها. وفى السنغال يعملون منه بعد التقشير كسكسى ثم يضاف إليه مسحوق اللبن الفرز وزيت نباتى وسكر لعمل غذاء فطام وقد وجد أنه يساوى الكازين فى كفاءة التغذية والهضمية والزيادة فى الوزن و ن.ب.ك بالنسبة للفئران فى دور النمو.

وبالنسبة للدخن اللؤلؤ فقد وجد أنه مغذى ويهضم جيداً كمصدر للسعرات والبروتينات للإنسان.

وقد هضم الأطفال دقيق الدخن الأصابع المكرر أحسن واحتفظوا بالنتروجين أكثر عن الذين غُذُوا دقيق الدخن الأصابع الكامل. وقد حسنت إضافة الليسين والثريونين إلى أغذية الدخن الأصابع الذى تغذت عليه بعض البنات الصغيرات، حسنت جوهرياً الإحتفاظ بالنتروجين والقيمة البيولوجية وصافى إستخدام البروتين. ولكن حتى لما كان الدخن الأصابع هو المصدر الوحيد للبروتين فإن البنات الصغار كان توازن النتروجين لهن موجباً.

تأثير التقشير على القيمة الغذائية
effect of decortication on nutritional value

يؤدى التقشير إلى خفض المغذيات ولكن يزيد من هضميتها. فعندما صنع خبز من دقيق قمح مكرر يحتوى على ٢٠٪ دقيق دخن بروزو فإن قيمة البروتين كانت أقل قليلاً من الخبز المصنوع من دقيق القمح الكامل ولكن عندما كان دقيق الدخن البروزو من حبوب مقشرة فإن هضميته كانت أعلا بمقدار ٣٪ عنه فى دقيق الدخن البروزو من حبوب كاملة وإن كانت القيمة البيولوجية وصافى إستخدام البروتين أقل قليلاً. ويؤدى التقشير إلى الفقد فى الألياف والكالسيوم والبروتين فى دخن الأصابع ولكن الفئران امتصت واحتفظت بأكثر من الكالسيوم فى هذه الحالة عن الفئران التى تغذت على الحبوب الكاملة نظراً لنسب الألياف وحمض الفيتيك الأقل فى الحبوب المقشرة.

تأثير الإنبات والتخمر على القيمة الغذائية
effect of germination & fermentation on nutritional value

يؤدى الإنبات إلى تحسين المحتوى الفيتامينى فى الحبة ويخفض مستويات الدهن والفيتات والأكسالات وتزيد نسب السكريات الحرة والنتروجين الأمينى وفيتامينات ب وفيتامين ج نظراً لفقد جزئى للكربوايدرات الذائبة وتتحسن هضمية البروتين. وكانت زيادة الوزن فى الفئران على دخن أصابع مُنَبَّت أكثر منها فى الفئران التى غذيت دقيق دخن الأصابع الكامل. وكان للدخن اللؤلؤ والأصابع المختمر قيم هضمية أعلا للبروتين وكذلك قيم بيولوجية أعلا وصافى إستخدام بروتين أعلا ونسبة كفاءة البروتين أعلا عن الحبوب الخام.

علاقة الدخن والبلاجرا

relationship between millet & incidence of pellagra

هناك علاقة بين إستهلاك الدخن وإنخفاض نسب البلاجرا التى تنتج من نقص الثيامين وربما عاد ذلك إلى: ١- وجود نسب أعلا من التربتوفان فى الدخن الذى يتحول إلى نياسين فى جسم الإنسان، أو ٢- أن النياسين فى الذرة يرتبط بـ ببتيد عديد يسمى النياسينوجين فيكون غير متاح فى الجسم.
(Serna-Saldivar)

دراقن/خوخ peach

أنظر: خوخ

درن tuberculosis

أنظر: *Mycobacterium*

درنة tuber

جزء من ساق تحت الأرض صلب ثخين شكله مستدير تقريباً يحمل براعم إبطية axillary منها تنمو النباتات الجديدة مثل البطاطس.
(Hammond)

دستور الأغذية

Codex Alimentarius

لجنة دستور الأغذية

The Codex Alimentarius Commision

أنشئت سنة ١٩٦٢ بواسطة هيئة الأغذية والزراعة FAO وهيئة الصحة العالمية WHO لتنفيذ بروجرام معايير الأغذية المشترك لهيئة الأغذية والزراعة وهيئة الصحة العالمية. وغرض البروجرام موضح فى قانون/نظام أساسى statute اللجنة:

أ- حماية صحة المستهلك وضمان ممارسات عادلة فى تجارة الأغذية.

ب- تسهيل تنسيق جميع أعمال معايير الأغذية التى يقوم بها الهيئات الحكومية وغير الحكومية العالمية.

ج- تحديد الأولويات وإبتداء وهداية تحضير مسودات المعايير خلال وبمساعدة الهيئات المناسبة.

د- إنهاء المعايير التى تطور تحت ج أعلا وبعد أن تقبل بواسطة الحكومات ثم نشرها فى دستور الأغذية إما كمعايير منطقية أو عالمية مع معايير دولية منهاة تحت ب أعلاه حينما كان هذا ممكن عمله.

هـ- تعديل المعايير المنشورة بعد مسح مناسب فى ضوء التطورات.

تركيب لجنة دستور الأغذية

عضوية لجنة دستور الأغذية مفتوحة لكل الشعوب الأعضاء والأعضاء المشاركين فى هيئة الأغذية والزراعة وهيئة الصحة العالمية.

طبيعة ووضع معايير دستور الأغذية

معايير دستور الأغذية تطورت مع غرضين: ١- حماية صحة المستهلك، -٢- تسهيل التجارة. اللجنة تساهم فى حماية صحة المستهلك بالوصول إلى إتفاقات دولية عن معايير الأغذية ودستور code الممارسات الصحية والتى تهتم بالتكوين الأساسى والشوائب الكيماوية وشوائب الكائنات الحية والجودة الغذائية وإعلام المستهلك.

تسهيلات التجارة

أحد الأشياء التى تمنع حرية حركة منتجات الأغذية فى التجارة العالمية هى مشكلة حدود التجارة غير التعريفية وهى ثابتة وربما تتزايد. وهناك ميكانيزمان دوليان يساهمان فى هذه المشكلة:
١- إتفاقية ١٩٨٠ عن الحدود التقنية للتجارة والتى تعرف بإسم جات قانون معايير جات GATT Standard Code وهى تسعى لوضع قواعد دولية بين الحكومات تنظم الطرق التى تحضر بها وتقرها وتستخدمها المعايير "الشعبية" national standards والتى يتم بها إختبار المنتجات للإنطباق مع المعايير. ٢- تمنع أو تزيل لجنة دستور الأغذية كل حدود غير التعريفية بتَطَوُّر وتَبَنِّيُ معايير دولية للأغذية وقوانين الممارسة.

وبجانب عمل معايير الأغذية وقوانين الممارسة فإن نشاطات دستور الأغذية يتضمن روشمة المغذيات والغذاء وتنظيم مطالبات الأغذية food claims وإستخدام مضافات الأغذية فى الأغذية وبعض نواحى صحة الأغذية وترسيخ المستويات القصوى للشوائب ومتبقيات المبيدات ومتبقيات أدوية الحيوانات والهرمونات فى الأغذية ومعظم النشاطات فى ذلك موجهة لحماية المستهلك وأمان الغذاء وتحسين جودة الغذاء.

(Macrae)

دسر

clinching — **دسر**

أنظر: تعليب

دسم

grease — **دسم/شحم/دهن حيوانى**

أنظر: دهن

food subsidy — **دعم الأغذية**

دعم الأغذية وقد أوجد لمساعدة العائلات الفقيرة كان -الى القريب- طريقة محبوبة وعامة للتدخل فى البلاد النامية. فالغذاء المدعم كان يعرض بأسعار أقل من السوق وبذا كان يمكن لهذه العائلات منخفضة الدخل أن تشترى غذاء أكثر. وفى دراسة تناولت عدة دول سنة ١٩٨٩ وجد أن برامج دعم الأغذية كان لها تأثير هام على طاقة العائلات منخفضة الدخل الإستهلاكية وهذا أثر على إستمرار الدعم وجعل الحكومات معرضة لعدم الثبات السياسى من خوف إزالة الدعم.

والبروجرامات الإقتصادية تناولت إزالة بروجرامات الدعم للغذاء كطريقة لتقليل مصروفات الحكومة فدعم الأغذية كان يعادل من ٣٪ - ٢٠٪ من مصروفات الحكومة. والخبرة حتى الآن تبين أن إزالة دعم الأغذية بدون زيادة فى نفس الوقت فى دخول العائلات ذات الدخل المنخفض كان لها تأثير سلبى على إستهلاك العائلات.

syneresis — **إندغام الجل**

فقد سائل وماينتج عنه من إنقباض فى الجل أو الجلطة.

(Hammond)

دِقَّة accuracy

المدى الذى يصل إليه قياس فى قربه من القيمة الحقيقية للقيم المقاسة وخالية من أى خطأ.
(McGraw-Hill Dic.)

دُقَّة dokko

الدُقَّة غذاء محبوب لدى الفقراء. ولدى الأغنياء يستعمل كمنكه seasoning لبعض الأكلات فمع السميط والبيض المقلى والأومليت والمسلوق والفول وغيرها. وهى تتكون من خليط من مدقوق/مسحوق الحمص والفول السودانى المحمص والسمسم المحمص وبذور الكسبرة المحمصة وبذور الكون المحمص والملح وقد يضاف قليل من الشطة أو لايضاف. ودرجة تحميص الكسبرة والكمون تحدد لون الدُقَّة فاتحاً أو غامقاً. وتخلط هذه المدقوقات/المساحيق مع بعضها جيداً قبل الاستخدام. وتتفاوت نسب المكونات السابقة وبتفاوتها يتفاوت – فى حدود – لون الدُقَّة وكذلك قيمتها الغذائية. وهى غنية فى الأملاح والمعادن.
(المحرر)

الدقيق flour

أنظر: بر/قمح

دكستروز/جلوكوز/سكر العنب dextrose/glucose

أنظر: جلوكوز

دكستران dextran

الدكستران مصطلح عام لعائلة من الجلوكانات تتم ببلمرة ألفا د-جلوكوبيرانوزيل من السكروز بواسطة إنزيم الدكستران سوكراز والمركب المنتشر هو وحدة ٤،١-ألفا-د-جلوكوبيرانوزيل -1,4-α-D glucopyranosyl. وعدد من الكائنات الدقيقة ينتج الدكسترانات بأوزان جزيئية مختلفة وتركيبات تختلف من تفرع بسيط إلى كثير. أما الدكستران التجارى فيصنعه الكائن الدقيق غير الممرض *Leuconostoc mesenteroides* ن.ر.ر.ل ب-٥١٢ NRRL B-512 والتفاعل الرئيسى يحفز عليه إنزيم الدكستران سوكراز dextransucrase.

ن سكروز ← (ألفا -د-جلوكوبيرانوزيل)ن + ن فركتوز

والتفرع يحدث من الموضع ٣ للجلوكوزيل ويبلغ ٥٪ وحوالى ٤٠٪ من السلاسل الجانبية وحيدة الألفا – د- جلوكابيرانوزيل ، وحوالى ٤٥٪ بها وحدتان وحوالى ١٥٪ بها أكثر من ٣٠ وحدة ويبلغ الوزن الجزيئى من ٩ مليون إلى ٥٠٠ مليون دالتون. ويمكن إنتاج دكستران بوزن جزيئى أقل ويستخدم فى تطبيقات الطب السريرى.

والدكستران بولمر مرن جداً ويختلف عن بقية عديد السكريات المتعادلة فى إنتاج محاليل منخفضة الحموضة بالرغم من إرتفاع وزنه الجزيئى وفى أنه يحتوى على عدد صغير من مجموعات الأيدروكسيل الأولية.

الإستخدام الغذائى: كثير من التطبيقات الغذائية وصفت وحصل على براءات إختراع لها ولكن

الدراسات السمية لم تتم وعلى ذلك فلايصرح بإستخدامه في الولايات المتحدة أو أوروبا ولم تأخذه في الإعتبار اللجنة المشتركة لهيئة الأغذية والزراعة وهيئة الصحة العالمية وأهم إحتمالات إستخدامه هو منع التبلر والإحتفاظ بالرطوبة وإعطاء جسم.

ويوجد الدكستران بكميات صغيرة في الأغذية المتخمرة المحتوية على سكروز وتكون قد نتجت عن *Leuconostoc* and *Lactobacillus*.

الأيض: لا يهضمه الإنسان ولكن إنزيمات البكتريا في الأمعاء الكبيرة تكسره ثم يمتص أو يخمر لاهوائياً.

الإستخدامات: يستخدم بمتوسط وزن جزيئي ٧٠٠٠٠ كمحدد لحجم البلازما في معالجة الصدمات والتحضيرات التي لها وزن جزيئي ٤٠٠٠٠ لها تأثير وقائي في تكون الجلطة في الوريد أو في إنسداد الرئتين pulmonary emboli. وهو يحسن مستحلبات التصوير وفي مستحضرات التجميل وفي التبادل الأيوني والكروماتوجرافيا الكارهة للماء.

(Macrae)

دكسترينات dextrins

الدكسترين مصطلح عام يستخدم مع المنتجات التي يحصل عليها بتسخين النشا في وجود كميات صغيرة من الرطوبة والحمض وهي تقسم إلى دكسترينات بيضاء أو صفراء أو صموغ بريطانية وهو يذوب في الماء أو يعطي محاليل لزجة أو معلقات إذا قورن بالنشا وهو ينتج بارتباطات من فك البلمرة أي حلمأة الروابط الجليكوسيدية وانتقال الجليكوسيد وانتاج تركيبات زائدة التفرع وتكوين روابط جليكوسيدية غير موجودة في النشا. وهو يستخدم كلاصقات في الظروف والرواشم وأوراق البريد وكمية صغيرة من الدكسترين الأبيض تستخدم في الغذاء.

وتميز نواتج حلمأة النشا بدرجة مكافئ الدكستروز (م.د) (DE) وهذه هي النسبة المئوية لقوة الاختزال مقارنة بالدكسترز (د-جلوكوز اللامائي) ولـ م.د تتناسب عكسياً مع الحجم الجزيئي أي درجة البلمرة (د.ب) فهي دليل على الحلمأة ودرجة م.د للجلوكوز اللامائي هي ١٠٠ وللنشا هي صفر.

والمالتودكسترين هي المنتجات التي لها م.د أقل من ٢٠ عادة بين ٥-١٩. وبينما استخدام الدكسترينات قليل في الأغذية فإن استخدامات المالتودكسترين كثيرة هو والمواد الصلبة لشراب الذرة. وكلاهما ينتج عن حلمأة تانشا بدون انتقال الجلوكوز ولهما وزن جزيئي متوسط أقل من الدكسترينات أو النشا المرفع بالحمض أو بالغليان وهو نشا فكت بلمرته بسيطاً وبقي في شكل حبيبي. والفروق بينها (النشا المرفع بالحمض والمالتودكسترين وجوامد الشراب) هو درجة فك البلمرة والفرق مابين الدكسترينات والنشا المرفع بالغليان هو طريقة التحضير.

الإنتاج

تحضر الدكسترينات بتسخين النشا المرطب بحمض ايدروكلوريك مخفف حتى يصبح ذائباً فى الماء البارد.

بينما يحضر المالتودكسترين وجوامد شراب الذرة كما يحضر شراب الجلوكوز (شراب الذرة فى الولايات المتحدة) ولكن توقف العملية فى مرحلة مبكرة لحفظ م.د على قيمة منخفضة. وفك البلمرة يتم بالحمض فيسمى تحويل حمضى أو بالأنزيم فيسمى تحويل انزيمى أو بارتباط بينهما فيسمى تحويل مرتبط.

وانتاج المالتودكسترين من النشا يتم كالآتى: فالتقن (المعلق الرفيع) slurry يعجن pasted فى حلة نفث ويتبع ذلك وميض ويعجن على ضغط جوى والتحويل – دكسترنة واسالة – تتم باستخدام ألفا أميلاز بكتريا ثابت للحرارة بدرجة كبيرة ويوقف فك البلمرة بتثبيط الإنزيم ثم يعدل رقم جيد ويرشح المحلول ويعامل بالكربون ويركز ثم يجفف بالرذاذ لإعطاء مالتودكسترين أو جوامد شراب الذرة. وفى هذه العملية يحصل على تقن النشا من المطحن بتركيز ٣٠ – ٤٠٪ مواد صلبة (١٧–٢٢ بومية) ويكون رقم جيد ٦,٠ – ٦,٥ وتكون درجة حرارة التعجين هى ١٠٥°م ، وتكون درجة حرارة التحويل ٩٥ – ١٠٠°م ويستخدم ألفا أميلاز من *Bacillus licheniforrmis* أو *B. stearothermophilus* ووقت التعجين حوالى ٥ق بينما وقت التحويل هو من ٦٠ – ١٢٠ق.

وفى طريقة على درجة حرارة أقل بطريقة الدفعات فإن البخار يدخل على تقن النشا للتعجين ويحدث التحويل بواسطة ألفا-أميلاز من *B. subtilis* فى نفس تنك التقليب ويتم التحويل إلى ٣٠ – ٤٠٪ مواد جافة (١٧ – ٢٢ بومية) ورقم جيد يكون ٦,٠ – ٦,٥ ودرجة الحرارة ٨٠ – ٩٠°م ومدة التفاعل ٦٠ – ١٢٠ق ويمكن إستخدام إنزيم عدم التفرع فى هذه العملية.

وللتحويل الحمضى فإن تقن النشا يحمض إلى رقم جيد ٢ ويمكن إستخدام حمض الكلورودريك أو الكبريتيك والأول أفضل لتفضيل كلوريد الصوديوم فى الناتج النهائى ويمرر التقن من خلال نافث طابخ ومحول للعجين لعجن ودكسترنة النشا أو يمكن ضبط رقم جيد بعد التعجين أو أن عجينة النشا يمكن تحويلها فى طريقة دفعات. وتضبط درجة الحلمأة أى قيمة م د بإرتباط بين الزمن ودرجة الحرارة وتركيز الحمض وتنهى العملية بالتبريد والتعادل. والسائل الناتج يروق ويعامل بالكربون ويركز ويجفف بالرشاش والإرتباط بين الحمض والإنزيم يستخدمان أيضاً.

ويمكن إنتاج عدد من المالتودكسترينات وتختلف العملية فى مصدر النشا وطريقة التحويل – أى إستخدام الحمض و/أو الإنزيم ومدى التكسير أى م د الناتج وهذه يمكن أن تكون من ٥ – ١٩ وكمية الـ د-جلوكوز تتراوح من ٠,٥ – ٣٪ والرطوبة من ٤–٦٪ (جدول ١). ويمكن أن يكون ٩٨٪ من المكونات من درجة بلمرة ٣ أو أعلا (جدول ٢).

جدول (١): تحليل المالتودكسترين (وزن جاف)

كربوايدرات > ٩٩٪، رطوبة ٥-٦٪، جيد المحلول ٤,٥، رماد ٠,١-٠,٥٪ (أجزاء في المليون: كلوريد ١٥٠٠، صوديوم ٧٥٠، كالسيوم ٢٠٠، مغنسيوم ١٠٠، فوسفور ٥٠، بوتاسيوم ٥٠، كبريتيت < ٥، حديد < ١، خارصين < ١، منجنيز < ١) ، بروتين ٠,٠٥٪، دهن ٠,٠١٪ وألياف خام ٠,٠١٪).

جدول (٢): خواص المالتودكسترين.

م د التقريبي	متوسط د.ب	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١٠<	كثافة حجمية (جم/سم٣)	الصفة
٥	٢٢,١	٠,٣	٠,٩	١,٤	١,٤	١,٣	١,٨	٢,٤	٢,٠	١,٨	١,٧	٨٥,٠	٠,٥١	خواص لتكوين الأفلام ممتازة. يعطي لزوجة عند ٢٠-٤٠٪ مواد صلبة، ويكون محاليلاً عند ١٥٪ مواد صلبة. له استرطاب ضعيف جداً وحلاوة ضعيفة.
١٠	١١,١	٠,٨	٢,٩	٤,٤	٣,٨	٣,٤	٥,٧	٦,٨	٤,٥	٣,١	٢,٥	٦٢,١	٠,٥٦	يكون محاليلاً رائقة على ٣٠٪ مواد صلبة عند درجة حرارة الغرفة. له استرطاب ضعيف جداً، وله ميل للاسمرار منخفض. حلاوة منخفضة.
١٥	٧,٤	١,٣	٤,٨	٦,٧	٥,٥	٤,٧	٨,٤	٩,١	٤,٨	٢,٩	٢,١	٤٩,٧	٠,٥٨	يكون محاليلاً رائقة عند ٥٠٪ مواد صلبة على درجة حرارة الغرفة. استرطاب منخفض، له ميل للاسمرار منخفض. حلاوة خفيفة

الخواص

الدكسترينات تذوب في الماء البارد وعند تجفيف محلول دكسترين يحصل على فلم رائق. والمالتودكسترين ذائب ويتوقف ذلك على النوع ويمكن تحضير محاليل ١٥ - ٦٠٪ على درجة حرارة الغرفة في حين أن جوامد شراب الذرة حبيبية وشبه متبلرة أو مسحوق غير متبلر وهي حلوة خفيفاً ولأنها مسترطبة بتوسط فيجب حفظها في أكياس مضادة للرطوبة. والمالتودكسترينات أقل إسترطاباً بسبب محتواها الأقل من وحيد السكر monosaccharide وهي مساحيق بيضاء تنساب بسهولة. والمالتودكسترين توجد على هيئة مساحيق مجففة بالرذاذ مع كثافة حجمية منخفضة ومساحة سطح كبيرة ولها المقدرة على إمتصاص زيوت النكهة وغير ذلك من السوائل غير المائية. وإنسيابها وإنضغاطها وإنخفاض إسترطابها يجعلها تصلح كسواغ (ج. أسوغة) excipient وهي لها محلول رائق ولزوجة متوسطة إلى منخفضة جداً وتأثير بني/اسمراري منخفض أو منخفض جداً وهي عديمة الطعم والرائحة وتقاوم الكعكعة caking. وهي تكون أفلاماً حامية مانعة للأكسجين وتعطي خواص الإرتباط ولمعان سطحي ومحتوى مواد صلبة عال بدون التأثير على نقطة التجمد.

أما الخواص التي تزيد بزيادة الـ م د فهي الكثافة الحجمية والإسترطاب ومقدرة المشاركة في تفاعل البنية/الإسمرار والذوبان والروقان في المحلول والتناضح وإنخفاض درجة التجمد والحلاوة وحجم الجسيم. أما الخواص والصفات التي تقل بإنخفاض م د فهي مقدرتها على تكوين أفلام وإعطاء اللزوجة وربط وإعطاء الجسم.

وهناك مالتودكسترين له م د منخفض يعطي شعوراً دهنياً في الفم وهذه تصنع عادة من نشا بطاطس أو تابيوكا أو من دقيق الشوفان وردته، وكذلك دقيق الأرز. وعند تميؤ هذه المنتجات تكون جلاً طرياً يمكن أخذه بملعقة وله قوام كريمي. و م د له أقل من ٣ عادة.

الإستخدام

الدكسترينات تعطي مبطنات حامية مثل التي تستخدم في حلويات الحلة. والمالتودكسترينات وجوامد شراب الذرة تستخدم كحوامل للزيوت النباتية ودهن الزبد وزيوت النكهة والأحماض الدهنية والراتنجات والمستحلبات مثل الليسيثين ومساعدات التجفيف بالرذاذ ومواد محجمة للمواد المنكهة والمحليات الصناعية. وفي الحلويات فإنها تمنع التبلر وتحسن المضغية في الحلويات الطرية وتزيد من عمر الرف وتحافظ على مستويات الرطوبة في الحلويات الجافة وتسرع من عملية الحلة panning process وهي رابطات ذات كفاءة وسواغ excipient في الحلويات المضغوطة مباشرة وأقراص الأدوية وتساعد في التجفيف بالرذاذ وتضبط درجة التجمد ونمو بلورات الثلج في منتجات الألبان المجمدة. وكذلك تضبط تبلر السكر والحلاوة وتضيف مواد صلبة إلى محشيات الخبيز والغطاء الجليدي frosting للقشعات glazes وتعطي قواماً مضغياً وتزيد من عمر الرف لجلود الفاكهة fruit leathers وقضبان جرانولا

granola bars. والمالتودكسترينات حاملات ممتازة للنكهة ومشتتات للخليط الجاف الفورى. وفى الحبوب والأكلات الخفيفة فإنها تعطى مبطنات متجانسة ورابطة وتعمل كحاملات للحلاوة والنكهة والتوابل والمنكهات seasonings وهى تشحم وتضبط التمدد فى تحضير الأكلات الخفيفة المنبثقة. وهى عوامل حجم فى العقبة المجمدة وتعطى لزوجة وشعور فمى فى عقبة الجيلاتين عديمة السكر والمعدة من خلطات (الجدول ٣).

وشراب سكر الذرة يستخدم وحده أو مع المالتودكسترين عند مايرغب فى واحد أو أكثر من الخواص الآتية: البنية/الاسمرار وخفض نقطة التجمد وزيادة فى المحتويات الصلبة وزيادة الذوبان وبعض الحلاوة وزيادة الروقان. وزيادة من المالتودكسترين تعمل على زيادة إحتياطى أو مايقوم مقام sparer or replacer للدهن فى منتجات الألبان منخفضة أو عديمة الدهن مثل اللبن المثلج ice milks والزبادى المجمد والعقبة المجمدة والغموس dips وممدات المرجرين وممدات الجبن والصلصة الكريمية والصلصة التى تؤخذ بملعقة ومنتجات الخبيز بما فيها الأغطية الجليدية frostings والحشو. وهى لها طاقة حوالى ٣,٨ سعراً/جم فى حين أن الدهن أو الزيت له ٩ سعراً / جم.

الهضم والأيض

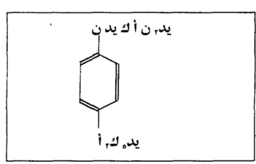
كلها سكريات مغذية سواء كانت دكسترينات أو نشا مجفف بالحمض أو مالتودكسترين أو شراب مجفف أو شراب. وهى تعرف بأمانها وأنها ليست سامة وكلها تحول إلى د-جلوكوز والذى يمتص ويرفع سكر الدم وتعطى ٤ سعراً/ جم.

والمالتودكسترين وجوامد الشراب كربوايدرات تصلح لمشروبات الرياضيين ولتكوين صيغ أغذية الحمية السوائل بسبب إنخفاض تناضحها. فهذه الخواص وسهولة هضمها تجعلها صالحة للأطفال.

---

dulcin — **دلسين**

هو ٤-إيثوكسىفينيل يوريا حلاوته قدر حلاوة السكروز ٢٥٠مرة ولايعطى أى سعرات ولم يوافق عليه فى الولايات المتحدة وإن استخدم فى بعض البلاد الأوربية.



دلاع/بطيخ/حبحب/خريز
watermelon

أنظر: بطيخ

to coalesce — **دمج/اندمج**

coalescence — **إندماج**

الإتحاد بالنمو فى جسم واحد كما فى الجسيمات والغاز أو السائل. (McGraw-Hill Dic.)

جدول (٣): إستخدامات المالتودكسترين.

الناتج	م.د	أسباب الاستخدام
مخاليط المشروبات الجافة		
باردة	١٠، ١٥	تقاوم الكعكعة، لهاتشتت وذوبان جيد، تغبير منخفض،
باردة، عديمة السكر	٥، ١٠، ١٥	تعمل كعامل حجم/مخفف تكون الجسم وشعور الفم، تضبط الحلاوة ،
ساخنة	١، ٥، ١٠، ١٥	تجف بسرعة، تحتفظ بالنكهة
غذاء بديل للأطفال	١٥	تشتت وذوبان، هضم أسهل، لها قيمة غذائية، تضبط التناضح
مخلوط تنكيه اللبن	١، ٥، ١٠	عامل حجم/مخفف، تطوير الجسم وشعور الفم
مخاليط الشوربة والصلصة	٥، ١٠، ١٥	عامل حجم/مخفف، تطوير الجسم وشعور الفم، مقاومة الكعكعة وتشتت الدهن
مخاليط التوابل	١٠، ١٥	كعكعة أقل، عمر رف أطول، غُفْل النكهة، ذوبان عال، عامل حجم/محفف
محليات صناعية	٥، ١٠، ١٥	عامل حجم/مخفف، مقاومة الكعكعة، غُفْل النكهة، تشتت سريع
مبيض القهوة	١٠، ١٥	عامل حجم/مخفف، تطوير الجسم وشعور الفم، تحسين النكهة وتشتت الدهن
جبن تقليد	١٠	مساعد في المعاملة، يضبط البنية/الاسمرار والقوام، غُفْل النكهة، تكون الجل عكسياً بالحرارة
تقليد الكريمة الحامضية	٥	ذوبان جيد، غُفْل النكهة، يبني الجوامد/الجسم وشعور الفم الناعم
صلصة جبن ومخاليط غموس	٥، ١٠	الإلتصاق، ضبط اللزوجة والثبات ضد التجمد والتيع، شعور فم ناعم، غُفْل النكهة
قضبان جرانولا	١٠، ١٥	الربط وضبط الرطوبة
حشو الكريمة	١٠	ذوبان سريع، قوام ناعم، تشتت الدهن، ضبط النكهة
جلود الفاكهة fruit leathers	٥	تكوين الفلم، ضبط الرطوبة، تثبيط التبلر، إلتصاق منخفض
قشع، غطاء جليدي، غطاء سكرى لامع glazes, frosting and icings	٥، ١٠، ١٥	تثبط التبلر وتضبط الرطوبة، اللزوجة، نعومة القوام، الإلتصاق، غُفْل النكهة
مغطيات النقل والأكلات الخفيفة	١٠، ١٥	تكوين الفلم، حمل النكهة، حاجز أكسجين جزئي، اللمعان، طول عمر الرف
أكلات خفيفة	١٠	الربط، إلتصاقية منخفضة، غُفْل النكهة
حلويات مضغوطة	١٠، ١٥	الإلتصاق، اللمعان، الربط إسترطاب منخفض، الإنضغاط
حلويات مضغية	٥، ١٠	ذوبان جيد، لزوجة مرتفعة، إخفاء للنكهات الضعيفة، مُلَدِن
مبطنات الحلة	٥، ١٠	تكوين الفلم، الإلتصاق، الربط، الذوبان الجيد، غُفْل النكهة، اللمعان
حلويات صُلْبة	١٠	إسترطاب ضعيف، إلتصاقية أقل، ذوبان أبطأ
أغذية مجمدة	١٠	تكوين اللزوجة، مثبط التبلر، تكوين الفلم، ضبط الرطوبة
أشياء جديدة مجمدة	١٠	تكوين اللزوجة، مثبط التبلر، نقطة تجمد عالية، قوام ناعم، إضافة الجسم، ذوبان أبطأ
حامل للزيوت الطيارة ونكهات أخرى	١، ٥، ١٠، ١٥	عامل تحجيم، عامل كبسلة
عامل مساعد في التجفيف بالرش للجبن والدهون والنكهات وعصير الفاكهة والشراب	١٠	تشتت وذوبان عال، تشتت الدهن، إسترطاب منخفض منتجات إنسيابها سهل، غُفْل الرائحة
عامل تكتيل للصموغ الذائبة في الماء	١٠	تشتت وذوبان جيد، إسترطاب منخفض، معايير درجات اللزوجة

(Macrae)

دمس

مدمس

أنظر: تحت فول

دم blood

أنظر: توازن حمض - قاعدة (فى حمض)

دنتر/مسخ to denature

أنظر: بروتين

دَنّ

دنيس gilt head bream

Chrysophrys

إسم العائلة Sparidae

auratus: snapper, redbream, squire cockney 130 cm

باسيفيكى يوجد على شواطىء أستراليا ونيوزيلندا والبالغ منها يعيش عند القاع فى عمق ١٨٣ متر والصغار يوجدون فى الخلجان المحمية وتوجد فى مدارس كثيرة ولكن الكثير منها وحيد.

والكبار يكونون ورم على مقدم الرأس.

وهى غذاء هام ويمكن أن تصاد بالخيط أو المصايد أو الشبك وهى سمك للرياضة.

والصغار وردية خفيفة مع حزم غامقة حول الجسم.

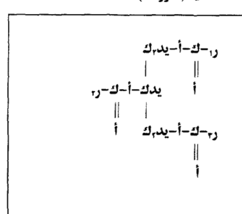
والكبار محمرة وأبهت فى البطن مع بقع زرقاء على الظهر والجوانب والزعانف.

دهن lipids

يمكن تقسيم الدهون إلى ثلاثة مجموعات: دهون بسيطة أو دهون مركبة ودهون مشتقة.

الدهون البسيطة simple lipids

الدهون البسيطة جليسريدات ثلاثية وأسترات السيتريل steryl esters وأسترات الشمع وحلمأتها تعطى جليسرول وأحماض دهنية، وسيترولات وأحماض دهنية وكحولات دهنية + أحماض دهنية على التتابع. وأهمها هى الجليسريدات الثلاثية وهى أهم مكون للزيوت والدهون المأكلة وأحياناً تمثل ٩٥٪ زيوت مكررة. والجليسريدات الثلاثية هى أسترات للكحول الثلاثى جليسرول وتنعكس خواص الأحماض الدهنية فى الجليسريدات الثلاثية الداخلة فى تركيبها من حيث نقطة الإنصهار وتعرض الأحماض الدهنية غير المشبعة للأكسدة الذاتية (صورة ١).



صورة (١): تركيب الجليسريد الثلاثى.

وتحلمي ء الاحماض والقواعد والإنزيمات (أيدروليزات خاصة الليبازات) الدهون. وتوجد أسترات السيتريل مع الأستيرولات في الأنسجة النباتية والحيوانية والكائنات الدقيقة أما أسترات الشمع فهي تتجمع بكميات ملحوظة في بعض الأنسجة البيولوجية فهي توجد في شمع النحل وزيت العناب jujube.

◈ الدهون المركبة compound lipids

• الفوسفوليبيدات phospholipids:

الفوسفوليبيدات أسترات للجليسرول والأحماض الدهنية وحمض الفوسفوريك وبعض الكحولات الأخرى وأهمها فوسفاتيديل كولين وفوسفاتيديل إيثولامين وفوسفاتيديل اينوسيتول وفوسفاتيديل-سيرين. وتوجد الفوسفوليبيدات في قطيرات الدهن في خلايا التخزين في النبات والحيوان والكائنات الدقيقة وهي من المكونات الأساسية لأغشية الخلايا. وهي توجد في كل مستخلصات الزيوت المأكلة التي أستخرجت من الأنسجة البيولوجية ومع ذلك فهي تزال في عملية إزالة الصموغ degumming أثناء تكرير الزيوت المأكلة وهي تختلف عن الجليسريدات الثلاثية في أن لها نشاط سطحي وعلى ذلك فهي تعمل كمستحلبات فتهاجر إلى السطح مابين الزيت والماء وتقلل من التوتر البيسطحي interfacial tension وبذا تثبت المستحلَب (صورة٢).

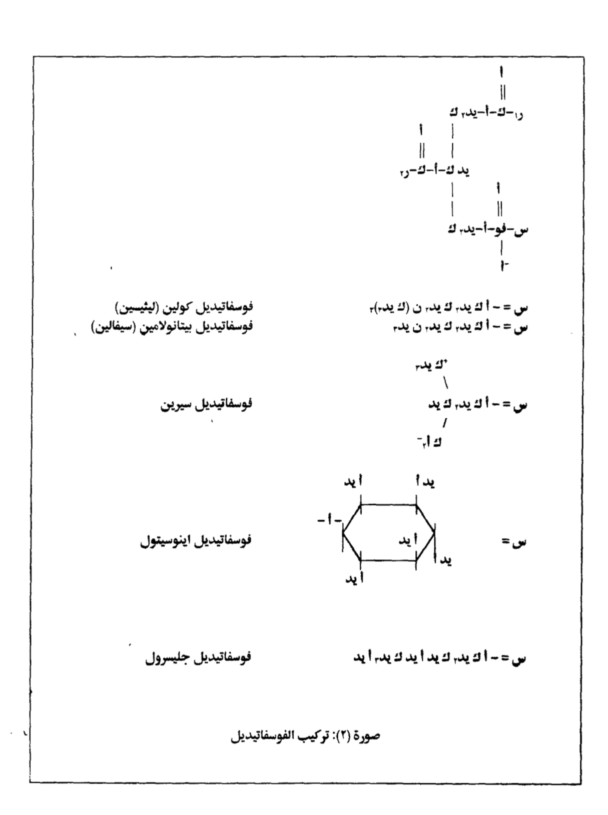
• الدهون الكربوايدراتية glycolipids: تعطي الدهون الكربوايدراتية أحماضاً دهنية وجليسرول وكربوايدرات بعد الحلمأة. والجالاكتوسيل ثنائي الجليسريدات الوحيدة monogalactosyl diglycerides توجد في أوراق النبات والطحلب algae وهي تحتوي نسبة عالية من الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع ويظهر أنها تلعب دورا في التمثيل الضوئي كما توجد في النظام العصبي لبعض الحيوانات.

وثنائي جالاكتوسيل ثنائي الجليسريدات digalactosyl diglycerides تصاحب الجالاكتوسيل ثنائي الجليسريدات الوحيدة في حبيبة اليخضور chloroplast في النباتات العالية والفطر ولكن نسبها تكون أقل وكلاهما مركبات ذات نشاط سطحي تساعد على إدخال الهواء في العجين مما يزيد من حجم الرغيف كما أن لها خواص ضد الأجون antistaling.

والكبريت كينوفوسيل ثنائي الجليسريد sulphoquinovosyl diglyceride يوجد في أوراق النبات حيث يظهر أنها تلعب دوراً في التمثيل الضوئي وهي هامة في التغذية في الخضروات الورقية مثل السبانخ وهي من أهم الدهون القطبية (صورة ٣، ٤).

• سفنجوليبيدات sphingolipids:

السفنجوليبيدات مكون هام في أغشية النبات والحيوان وتوجد بنسب عالية في المخ والنسيج العصبي ويمكن للإنزيمات الثديية أن تحفز حلمأتها وإذا نقص أحد هذه الإنزيمات فإن تحليل الدهن lipidosis قد يحدث وتتراكم الدهون في الجسم.

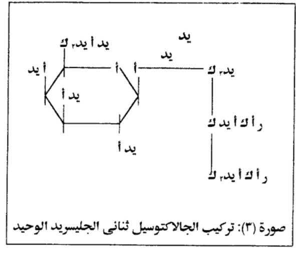


صورة (٢): تركيب الفوسفاتيديل

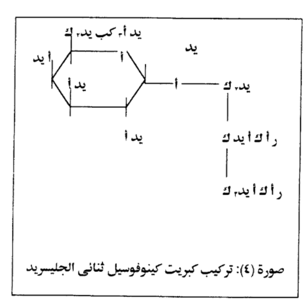
كربون فى السلسلة والسيراميد ceramide وهو أميد يتكون من حمض دهنى والسفنجوسين هو أبو التركيب لكل السفنجوليبيدات. والأحماض الدهنية فى السيراميدات سلسلة طويلة تصل إلى ٢٦ ذرة كربون وهى إما مشبعة أو أحادية عدم التشبع أو أحماض دهنية أيدروكسيلية والسيراميدات قد توجد حرة فى كميات صغيرة فى الأنسجة الحيوانية والنباتية.

والسفنجوميلينات sphingomyelins هى سفنجوليبيدات توجد فى الحيوانات العالية فمجموعة ١-أيدروكسيل فى السيراميد مؤسترة مع فوسفاتيديل-كولين أوفوسفاتيديل إيثانولامين.

والسيريبروسيدات cerebrosides هى سفنجوليبيدات كربوايدراتية glycosphingolipids تحتوى كربوايدراتاً متصلاً بـ ١-أيدروكسيل فى السلسلة الطويلة ودقيق القمح يحتوى سيريبروسيدات من أربعة أقسام من الكحولات الأمينية والسيريبروسيدات النباتية تحتوى جلوكوزاً كالمكون السكرى فى حين أن السيريبروسيدات الحيوانية بها جالاكتوز وجلوكوز أو ثنائى أو ثلاثى أو رباعى سكريات.



صورة (٣): تركيب الجالاكتوسيل ثنائى الجليسريد الوحيد



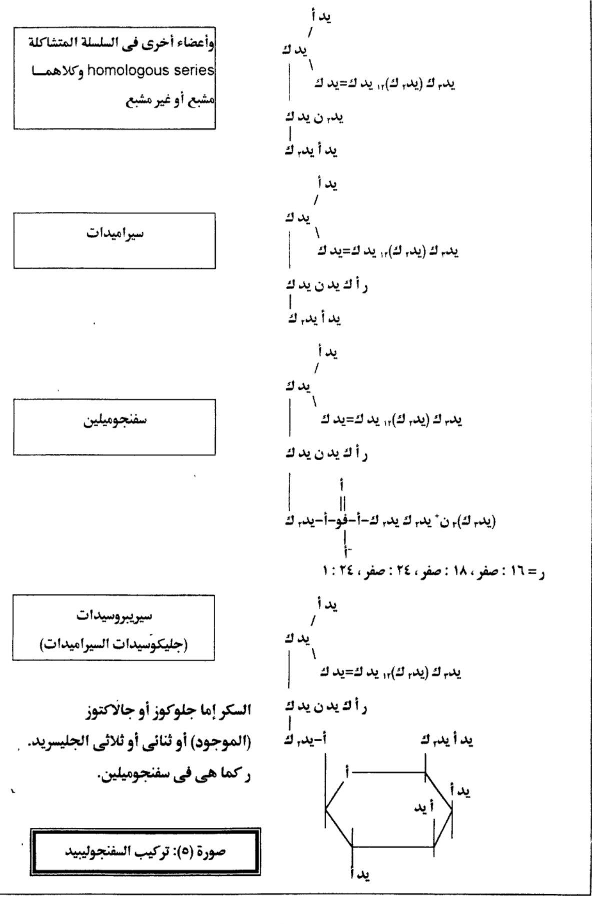
صورة (٤): تركيب كبريت كينوفوسيل ثنائى الجليسريد

والسفنجوليبيدات (الصورة ٥) مشتقات من الكحول الأمينوسفنجوسين sphingosine وهذا يوجد فى الأنسجة الحيوانية أو كفيتوسفنجوسين phytosphingosine فى الأنسجة النباتية والسفنجوسين هو واحد من أكثر من ٦٠ كحول أمينو طويل السلسلة يوجد فى الحيوانات والنباتات والكائنات الدقيقة وهى تحتوى على ١٢ - ٢٢

• **الليبوبروتينات lipoproteins:** يمكن أن تقسم كليبيدات مركبة وهى تحتوى بروتينات وأحماضاً دهنية وكحولات وربما مجموعات أخرى.

(Macrae)

أنظر: ليبوبروتينات



صورة (٥): تركيب السفنجوليبيد

الليبيدات المشتقة derived lipids

أهمها: ١- الأحماض الدهنية. ٢- الفيتامينات القابلة للذوبان في الدهون ومولدات الفيتامينات. ٣- الكحولات ومنها الاستيرولات. ٤- التربينويدات. ٥- الايثيرات.

الأحماض الدهنية fatty acids

لاتوجد الأحماض الدهنية الحرة في الأغذية الطازجة ووجودهما في الأغذية دليل على التزنخ وتعطي تغيرات في النكهة.

وهي محبة للدهن وتنعكس خواصها الكيماوية والفيزيقية والفسيولوجية على الدهن.

التسمية nomenclature

الأحماض الدهنية الطبيعية هي سلاسل مستقيمة لأحماض كربوكسيلية أليفاتية مزدوجة العدد ويمكن أن تكون مشبعة ك يد٣ (ك يد٢)ن ك أ٢ يد أو بتركيب مشابه ولكن غير مشبع مع روابط مزدوجة يصل عددها إلى ست.

والأحماض غير المشبعة مرتبة في السلسلة ومفصولة عن بعضها البعض بواسطة مجموعات ميثيلين وبنية conformation سيس cis والأهم لها أسماء عادية وفي الكتابة العلمية الحديثة يوصفوا بإختصار فحمض الأراكيدونيك هو ٢٠: ٤ ن - ٦ أي أنه حمض دهني مستقيم السلسلة به ٢٠ ذرة كربون و٤ سيس روابط مزدوجة والأولى منها تبتدىء عند ذرة الكربون السادسة من نهاية السلسلة وعلى ذلك فالثلاثة الأخرى توجد عند ذرة الكربون التاسعة والثانية عشر والخامسة عشر بالتتابع. وهذه التسمية حلت محل التسمية القديمة وفيها كانت توصف أماكن الروابط المزدوجة بالنسبة لنهاية الكربوكسيل من السلسلة وتعد -ك أ٢ يد ككربون رقم ١. وعلى ذلك ففي النظام القديم كان حمض الأراكيدونيك ٢٠: ٤ ج ٦ ج ٩ ج ١٢ ج ١٥

المصادر

أحماض اللوريك والميريستيك والبالمتيك والاستياريك والأراكيديك هي مشبعة تحتوي ١٢، ١٤، ١٦، ١٨، ٢٠ ذرة كربون بالتتابع. وهي أحماض متبلرة وتنصهر عند حوالي ٤٠ - ٧٠°م وهي أكثر الأحماض وجوداً في الأغذية. والبالمتيك والاستياريك توجد في الأغذية وإذا كونت نسبة ملحوظة فإنه ينتج عنها دهن لازيت أما اللوريك والميريستيك فهي توجد في بعض الزيوت الأستوائية مثل جوز الهند وبذرة النخيل. ويوجد حمض الأراكيديك بنسب صغيرة في الدهون النباتية الأستوائية. أما الدهون الحيوانية فتحتوي على كميات صغيرة من أحماض البالمتيك والاستياريك ومعها كميات صغيرة من أحماض مشبعة مفردة العدد أو متفرعة. أما الأحماض الدهنية الأقل في ذرات الكربون: بيوتريك ٤: صفر وكابرويك ١٠ : صفر فهي مهمة في دهون لبن الحيوانات المجترة.

أما أحماض البالميتوليك (١٦: ١ ن - ٧) والأوليك (١٨ : ١ ن - ٩) والبتروسيلينيك petroselinic (ك١٨ : ١ ن - ١٢) والإروسيك (٢٢: ١ ن -٩) فهي أحماض أحادية عدم التشبع. وحمض الأوليك مهم في دهن الأغذية وتصل نسبته أحياناً إلى ٨٠٪

مـن الأحمـاض الدهنيـة (مثـل زيـت الزيتـون). وحمـض البـالميتولييك فيوجـد فـى نسـب أقـل. ويوجد حمض الإروسيك فى العائلة الصليبية بينما يوجـد البتروسـينيك فـى العائلـة الخيميـة وهمـا يوجـدان بنسـب أقـل وهـذه الأحمـاض مـاعدا الإروسيك سائلة على درجة حرارة الغرفة.

وحمض اللينولييك حمض دهنى ضـرورى وبهذا الوصـف لايوجـد إلا نسـبة لاتذكـر فـى المصـادر الحيوانية (١٨ : ٢ ن -٦).

وحمـض الألفـا لينولينيـك (١٨ : ٣ ن -٣) وحمـض الجاما لينولينيك (١٨ : ٣ ن - ٦) قلما يوجدان سـويا والأول أكثر وجوداً وهـو يوجد فى دهـون الأوراق والجذور والبذور. أما حمـض الجامـا لينولينيـك - وإن كان أقل إنتشاراً - إلا أنه يوجد فى بذور بعـض النباتـات وفـى الطحلـب والفطـر وبعـض منتجـات الحيوان.

وحمض الأراكيدونيك (٢٠ : ٤ ن -٦) فهو يوجـد فى الحيوان فقـط ففـى البيـض وبقايـا اللحـوم (offal) بينمـا يوجـد الأيكوسـابنتا أينويـك eicosapentaenoic (٢٠ : ٥ ن - ٣) والدوكوساهكسـا اينويـك docosahexaenoic (٢٠ : ٦ ن -٣) فتوجد فى المصادر السمكية (الرنجة والاسقمرى وفى زيوت كبد السمك (القد والراقود).

الجليسريدات

كثير مـن خـواص الأحمـاض الدهنية - ولكـن ليس كلها - تظهر فى الجليسريدات الثلاثية غير القطبية بينما الجليسريدات الأحادية والثنائية وفيها واحد أو أثنين من مجموعـات الأيدروكسيل فـى الجليسرول مؤسترة ولها خـواص محبة للدهـون ومحبـة للمـاء hydrophilic & lipophilic والنشـاط السـطحى يمكنها من العمل كمستحلبات ومثبتات للرغوة.

الجليسريدات الأحادية والثنائية
mono- & diglycerides

الجليسريدات الأحادية والتى تحتوى على مجموعة حمض دهـن (ر ك أ، يد) توجد فـى الجليسـريدات الأحاديـة (١) ومشـابهاتها (٢) ولكـن فـى التخزيـن تسـود الجليسريدات الأحادية ١ بنسبة ٩٠٪. وتنتـج الجليسريدات الأحادية مع الجليسـريدات الثنائيـة بالأسـترة المتبادلـة - عـن طريـق حـافز - للجليسريدات الثلاثية (٥) مـع الجليسـرول. وكثيراً مايسـتخدم الخليـط النـاتج بـدون تنقيـة فـى الإستحلاب فيثبتوا كلاً من مستحلَب ماء فى زيت مثـل المرجريـن ومسـتحلَب زيـت فـى مـاء مثـل الكريمـة الصناعية. على أنه يمكـن الحصـول علـى جلبيسـريدات أحاديـة عاليـة الجـودة بالتقطـير الجزيئى.

(١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)
أ، ك ر أ يد أ يد	أ يد أ، ك ر أ يد	أ، ك ر أ يد أ، ك ر	أ، ك ر أ، ك ر أ يد	أ، ك ر أ، ك ر أ، ك ر

وتوجـد الجليسـريدات الثنائيـة فـى أشـكال (٣، ٤) والسائد هـو الشكل ١، ٣ جليسريد ثنائى (٣) وهـى أقل قطبية من الجليسريدات الأحادية ولها تطبيقات قليلة فى الأغذية.

حدول (١): بعض الأحماض الدهنية فى زيوت ودهون الأطعمة وبلازما الانسان.

الرمز	الاسم التقسيمى	الاسم العام	مصدر الدهن	النسبة المئوية فى البلازما: متوسط	النسبة المئوية فى البلازما: انحراف قياسى
أحماض دهنية مشبعة					
٤ : صفر	بيوتانويك	بيوتريك	الزبد		
٦ : صفر	هكسانويك	كابرويك	الزبد		
٨ : صفر	أوكتانويك	كابريليك	زيت جوز الهند		
١٠ : صفر	ديكانويك	كابريك	زيت جوز الهند		
١٢ : صفر	دوديكانويك	لوريك	زيت جوز الهند		
١٤ : صفر	تتراديكانويك	ميريستيك	الزيت وجوز الهند	٠,٧١	٠,٣٩
١٥ : صفر	بنتاديكانويك	بنتاديسيليك		٠,٢٢	٠,٠٧
١٦ : صفر	هكساديكانويك	بالمتيك	معظم الدهون والزيوت	١٩,١٧	١,٣٨
١٨ : صفر	أوكتاديكانويك	ستياريك	معظم الدهون والزيوت	٦,٨٣	٠,٦١
٢٠ : صفر	ايكوسانويك	أراكيديك	دهن الخنزير والفول السودانى	٠,١٣	٠,٠٣
٢٢ : صفر	دوكوسانويك	بيهينيك	زيت الفول السودانى	٠.٣٣	٠,٠٧
٢٤ : صفر	تتراكوسينويك	ليجنوسيريك		٣٢	٠,٠٧
أحماض دهنية غيرمشبعة					
١٠ : ١ ن-١	٩-ديسينويك	كابروليبك	الزبد		
١٢ : ١ ن-٣	٩-دوديسينويك	لوردلييك	الزبد		
١٤ : ١ ن-٥	٩-تتراديسينويك	ميريستولييك	الزبد		
١٦ : ١ ن-٧	٩-هكساديسينويك	بالميتولييك	زيوت السمك	١,٤٢	٠.٤٦
١٦ : ١ ن-٧	ترانس-هكسانويك	بالميتيلايديك	زيوت نباتية مهدرجة	٠,٣٠	٠,٠٦
١٨ : ١ ن-٩	٩-اوكتاديسينويك	اولييك	معظم الدهون والزيوت	١٦,٦٥	٢,٥٤
١٨ : ١ ن-٩	ترانس-٩-اوكتاديسينويك	ايلاديك	الزبد، ودهن البقر و *		
١٨ : ١ ن-٧	١١-١-اوكتاديسينويك	فاكسينيك	الزبد ودهن البقر	١,٥٦	٠,٢٥
١٨ : ٢ ن-٦	٩،١٢-اوكتاديكا داى اينويك	لينولييك	معظم الزيوت النباتية	٣٦,٠٠	٤.١٦
١٨ : ٣ ن-٦	٦،٩،١٢ اوكتاديكاتراى اينويك	γ-لينولينيك		٠,٤٠	٠,١٣
١٨ : ٣ ن-٣	٩،١٢،١٥-اوكتاديكاتراى اينويك	α-لينولينيك	فول الصويا وزيت الكانولا	٠,٤٤	٠,١٣
٢٠ : ١ ن-١١	٩-ايكوسانويك	جادولييك	زيوت السمك		
٢٠ : ١ ن-٩	١١-ايكوسانويك	جوندويك	زيت السلجم	٠,١٢	٠,٠٣
٢٠ : ٣ ن-٩	٥،٨،١١-ايكوساتراى اينويك	ميد	#	٠,٠٦	٠,٠٢
٢٠ : ٢ ن-٦	١١،١٤-ايكوساداى اينويك			٠,٢٠	٠,٠٦

تابع جدول (١)

الرمز	الاسم التقسيمي	الاسم العام	مصدر الدهن	النسبة المئوية في البلازما	
				متوسط	انحراف قياسي
٢٠ : ٣ ن-٦	١٤،١١-ايكوسادای اینویك	دای هومو جاما لينولينيك		١,٤٥	٠,٢٥
٢٠ : ٤ ن-٦	١٤،١١،٨،٥-ايكوساتترا اينويك	أراكيدونيك	دهن الخنزير	٧,٥٢	١,٥٦
٢٠ : ٤ ن-٣	١٧،١٤،١١،٨-ايكوساتترا اينويك			٠,٠٥	٠,٠٦
٢٠ : ٥ ن-٣	١٧،١٤،١١،٨،٥-ايكوسابنتا اينويك	ئى ي أ تيمنودونيك	زيوت السمك	٠,٥٨	٠,٣٧
٢٢ : ١ ن-٩	١٣-دوكوسينويك	إروسيك	زيت السلجم	٠,٠٣	٠,٠٣
٢٢ : ٤ ن-٦	١٦،١٣،١٠،٧-دوكوساتترا اينويك			٠,٢٦	٠,٠٨
٢٢ : ٥ ن-٦	١٦،١٣،١٠،٧،٤-دوكو سابنتا اينويك			٠,١٧	٠,٠٦
٢٢ : ٥ ن-٣	١٩،١٦،١٣،١٠،٧-دوكوسابنتا اينويك			٠,٥٢	٠,١٣
٢٢ : ٦ ن-٣	١٩،١٦،١٣،١٠،٧،٤-دوكوساهكسا إينويك	د هـ أ سرفونيك	زيوت السمك	٢,٥١	٠,٨٦
٢٤ : ١ ن-٩	١٥-تتراساكوسا اينويك	نرفونك		٠,٣٦	٠,٠٩

* زيوت نباتية مهدرجة

الحيوانات ناقصة الأحماض الدهنية الأساسية

الجليسريدات الثلاثية triglycerides

هذه هي الأكثر وجوداً فهي أكثر من ٩٠٪ من الزيوت والدهون المأكلة وهي تحتوي من ٤ - ١٠ أحماض دهنية وهذه الأحماض تتبع نظاماً معيناً تقريباً. ففي الزيوت والدهون من المصادر النباتية توجد الأحماض المشبعة في الموقعين ١، ٣ بينما يوجد الحمض الدهني غير المشبع في الموقع ٢. بينما في الدهون الحيوانية مثل دهن الخنزير فإن العكس هو الصحيح فيما عدا دهن الحيوانات المجترة مثل دهن البقر والخراف واللبن حيث التوزيع يكون إعتباطياً تقريباً.

ومواقع الأحماض الدهنية المشبعة وغير المشبعة في الجليسريدات الثلاثية مهمة في تحديد الصلابة hardness والمطاطية elasticity ونقطة الإنصهار (الجدول ٢) للدهون التي تحتويها وهذه المعالم الفيزيقية تحدد القوام وشعور الفم mouth feel خاصة في الجليسريدات الثلاثية أحادية عدم التشبع (ش غ ش) (SUS) ، (ش.ش.غ) (SSU).

والدهون النباتية الصلبة نسبياً من نوع ش.غ.ش ٣٠ - ٤٠°م مثل زبدة الكاكاو تنصهر بحده على أو على أقل قليلاً من درجة حرارة الجسم وعلى ذلك فهي مثالية كمكونات للشيكولاتة وملء الكريمة وتغطية الحلويات couvetures. وخلط الدهون من نوع ش.ش.غ يحدث إنخفاضاً في نقطة الإنصهار وزيادة في مدى الإنصهار وعلى ذلك فهي تصلح للمرجرين ودهون الخبز.

الجدول (٢): نقاط إنصهار (°م) الأحماض الدهنية والجليسريدات المشتقة.

الحمض الدهنى	نقطة انصهار الحمض الدهنى	١-جليسريد أحادى	١،٣ ثنائى الجليسريد	جليسريدات ثلاثية
١٢ : صفر	٤٤	٦٣	٥٦	٤٦
١٤ : صفر	٥٤	٧٠	٦٥	٥٧
١٦ : صفر	٦٣	٧٧	٧٢	٦٥
١٨ : صفر	٧٠	٨١	٧٨	٧٣
١٨ : ١ ن-٩ (سيس)	١٦	٣٥	٢١	٥
١٨ : ١ ن-٩ (ترانس)	٤٤	٥٨	٥٥	٤٢
١٨ : ٢ ن-٦	-٦	١٢	-٣	-١٣

وخواص درجة إنصهار وتبلر الجليسريدات الثلاثية النقية والمختلطة تتوقف كثيراً على التهيئة tempering حيث أنها توجد متعددة الشكل البلورى polymorphic والأكثر ثبات هو الأعلا نقطة إنصهار.

ويمكن أن تفصل الدهون الطبيعية إلى عدة أجزاء بواسطة التجزئة الجافة أو المبتلة (مذيب) مع ضبط درجة الحرارة فالدهن مثل دهن الماشية المأكلة ودهن الخنزير وزيت النخيل وزيت بذرة النخيل وزيت جوز الهند يمكن فصلها فى الطريقة الجافة بالضغط أو الترشيح إلى جزء متبلر أعلا فى درجة الإنصهار وزيت سائل. وفى الطريقة المبتلة يخلط الدهن مع محلول مائى لعامل نشط سطحى الذى يشتت الجزء المتبلر فى الوسط المائى. والفصل أفضل فى الطريقة المبتلة. وأحسن طرق الفصل تستخدم مذيباً طياراً عادة أسيتون لفصل الجليسريدات تبعاً لدرجة عدم تشبعها ش.ش.ش ، ش.غ.ش، ش.غ.غ ، غ.غ.غ.

تفاعلات الجليسريدات الثلاثية
reactions of triglycerides

الهدرجة: الغرض من الهدرجة رفـ. درجة تشبع الزيت وخفض درجة عدم التشبع و. . دائماً جزئية وأحياناً هامشية. وهى تشمل تشبيع الروابط المزدوجة وأيضاً تكوين مشابهات سيس-ترانس وهجرة بعض الروابط المزدوجة إلى مواقع مجاورة فى السلسلة الدهنية. وهى تشمل إستخدام الأيدروجين وحفاز معدنى عادة نيكل على كيسلجور وعلى درجات حرارة مابين ١٠٠، ٢٠٠°م. وتختلف الظروف تبعاً للمتطلبات فإستخدام حفاز طازج ودرجة حرارة منخفضة يقلل التشابه isomerization بينما حفاز قديم "مسمم" على درجات حرارة عالية يشجع التشابه ويقلل التشبع ويمكن تكوين أحماض ترانس بنسب مرتفعة فى الدهون المهدرجة ويتبع ذلك إرتفاع فى نقاط الإنصهار.

الأسترة المتبادلة interesterification: التفاعل السابق شرحه فى إنتاج الجليسريدات الأحادية يمكن إستخدامه فى عشوائية بعض الدهون أو

عشوائية randomization لدهنين أو أكثر. فدهن الخنزير الذى يتصلب ببطء جداً بالتبريد معطياً بلورات حبيبية كبيرة ينعقد بسرعة التبريد بعد الأسترة المتبادلة معطياً كتلة من بلورات صغيرة جداً. ودهن الماشية والذى درجة إنصهاره مرتفعة جداً بعد الأسترة المتبادلة مع زيت طرى مثل زيت فول الصويا يعطى دهناً طرياً ويكون له مدى إنصهار نافع جداً.

التحلل الدهنى lipolysis: الجليسريدات الثلاثية تتحلماً ولكن ببطء فى وسط مائى وبسرعة أكثر فى وجود حفاز قلوى والأهم من ذلك بالإنزيمات الليبوليتية الداخلية فزيوت ودهن الزيتون والنخيل والماشية مثلاً تكون معرضة للتحلل إذا سمح لها أن تبقى بجانب أنسجة مجروحة قبل المعاملة.

الأكسدة الذاتية autoxidation: تتأكسد الأحماض الدهنية المشبعة ووحيدة عدم التشبع ببطء جداً ولاتسبب مشاكل أما الأحماض ثنائية عدم التشبع (كما فى ١٨ : ٢-٦) فتتأكسد بسرعة والأحماض عديدة عدم التشبع أسرع فى التأكسد ولذا يجب هدرجة زيوت السمك.

والأكسدة الذاتية تتوقف على تفاعلات الشقوق الحرة والتى تشمل تفاعلاً مابين الأكسجين مع الشق الحر والذى يتولد عن مجموعات الميثيلين الملاصقة للرابطة المزدوجة خاصة بين رابطتين مزدوجتين وبذا يتكون الأيدروبيروكسيدات hydroperoxides وهذه غير ثابتة وتتكسر إلى منتجات إنشقاق بما فيها أوزان جزيئية منخفضة كمايلى:

ر١ ك يد=ك يد٢-ر٢-ج ← ر١ ك يد=ك يد ك يد -ر٢ج
|
يد أ أ
↓
ج-ر٢-أ يد + أ يد ك-يد ك=يد ك-ر١

حيث ر١، ر٢ الكايل والكايلين من السلسلة الدهنية.
ج متبقى الجليسريد غير الطيار.

والألدهايدات ونواتج الأكسدة الطيارة لها روائح ونكهات قوية غير مرغوبة وتساهم فى التزنخ كما أن البيروكسيدات سامة فيجب تقليل الأكسدة الذاتية بقدر الإمكان ويمكن تجنبها أو تأخيرها بالتداول الكفء وتخزين سريع للزيوت والدهون ، وبتجنب مواقف الأكسدة المساعدة pro-oxidation مثل التلامس مع المعادن وبإستخدام مضادات الأكسدة التى تثبط الأكسدة الذاتية.

(Macrae)

فيتامين أ، د، ئى، ك والكاروتينويدات
أنظر: كل تحت إسمه

الاستيرولات sterols: توجد الاستيرولات فى أغشية النبات وفى الحيوانات وفى الكائنات الحية الدقيقة وتسمى فيتوستيرولات وذو ستيرولات zoosterols وميكوستيرولات بالتتابع. والكوليسترول هو أهم ذوستيرول (حيوانى) ولكن الستيرولات النباتية توجد فى خليط من بيتا سيتوستيرول β-sitosterol وكامبيسترول campesterol وستجماستيرول stigmasterol التى تمثل الفيتوستيرولات (نباتية) وهى جميعاً Δ^5 استيرولات Δ^5-sterols ولكن Δ^7 ستيرولات توجد

أيضاً بكميات صغيرة. والبكتريا لاتوجد بها ستيرولات فى الأغشية ولكن الخميرة تجمع كميات ملحوظة منها والتى قد يصل وزنها إلى ١٠٪ على أساس الوزن الخلوى الجاف. والطحلب ينتج أنواعاً مختلفة من الستيرولات (الجدول ٣) و (الصورة ٦).

جدول (٣): الستيرولات فى بعض الزيوت النباتية.

الزيت	الستيرولات الكلية	التكوين ٪[أ]									
		١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
الذرة	١,٢	آثار	آثار[ب]	٢٣	٦	٦٦	٤	١	آثار	–	–
رجيع الكون	١,٨	آثار	آثار	٢٨	١٥	٤٩	٥	١	٢	–	–
جنين القمح	٢,٦	آثار	آثار	٢٢	آثار	٦٧	٦	٣	٢	–	–
جوز الهند	٠,٢	١	آثار	٨	١٣	٥٨	١٤	٦	–	–	–
النخيل	٠,٣	١	آثار	١٤	٨	٧٤	٢	١	–	–	–
بذرة النخيل	٠,١	٣	آثار	٩	١١	٧٠	٦	١	آثار	–	–
الفول السودانى	٠,٢	آثار	آثار	١٥	٩	٦٤	٨	٣	١	–	–
فول الصويا	٠,٤	آثار	آثار	٢٠	٢٠	٥٣	٣	٣	١	–	١
عباد الشمس	٠,٤	–	–	٨	٨	٦٠	٤	١٥	٤	–	آثار
القرطم غنى فى اللينولييك	٠,٤	–	آثار	١٣	٩	٥٢	١	٢٠	٣	٢	آثار
القرطم غنى فى الأولييك	٠,٤	–	–	١٥	١٠	٥٢	١	١٥	٥	٢	–
زيتون (فرنسا)	٠,٢	–	–	٢	١	٩١	٢	٤	آثار	–	–
زيتون (ايطاليا)	–	–	–	٣	١	٨٤	١٢	آثار	آثار	–	–
الخروع	٠,٣	آثار	–	١٠	٢٢	٤٤	٢١	٢	١	–	–
القابوك kapok	٠,٣	آثار	آثار	٩	٢	٨٦	٢	١	–	–	–
بذرة القطن	٠,٤	آثار	آثار	٤	١.٠	٩٣	٢	آثار	آثار	–	–
بذر الكتان	٠,٤	١	آثار	٢٩	٩	٤٦	١٣	٢	–	–	–
السلجم	٠,٦	آثار	١٠	٢٥	آثار	٥٨	٢	٥	–	–	–
السمسم	٠,٦	–	–	١٩	١٠	٦٢	٧	٢	–	–	–
زبدة الكاكاو	٠,٣	٢	آثار	٩	٢٦	٥٩	٣	١	آثار	–	–
بذرة القهوة	١,٨	آثار	آثار	١٩	٢٠	٥٤	٦	١	آثار	–	–

[أ] ١: كوليسترول، ٢: براسيكاستيرول، ٣: كامبستيرول، ٤: ستيجماستيرول، ٥: بيتا سيتوستيرول، ٦: Δ^{5}-افيناستيرول، ٧: Δ^{7}-ستيجماستيرول، ٨: Δ^{7}-افيناستيرول، ٩ و ١٠ غير معروفين.

[ب] آثار : أقل من ٠,٥٪

(Macrae)

ر

أ يد

كوليسترول ر = يد

بيتاسيتوستيرول ر = −ك$_{٢}$ يد$_{٥}$

ستيجماستيرول ر = −ك$_{٢}$ يد$_{٥}$ ؛ $\Delta^{٢٢}$

كاميستيرول ر = −ك يد$_{٣}$

$\Delta^{٥}$−افيناستيرول ر = ك يد−ك يد$_{٣}$

براسيكاستيرول ر = −ك يد$_{٣}$ ؛ $\Delta^{٢٢}$

صورة (٦): تركيب الستيرول.

التربينات terpenes

أنظر: تربينات

ايثيرات ethers: ايثيرات الدهون منها واحدة من مجموعات الايدروكسيل فى ثنائى الجليسريدات أو أستر الفوسفاتيديل ترتبط بمجموعة الكايل وثنائى استايل جليسريد الألكايل توجد فى بعض الزيوت البحرية فى حين أن ايثيرات الفينايل أو البلازما−لوجينات plasmalogens توجد فى الدم.

أين يوجد occurrence

الدهن يوجد فى الحيوانات والنباتات والكائنات الدقيقة إما على هيئة دهون تخزين وهذه تكون مصادر للطاقة عن طريق البيتا أكسدة β-oxidation أو كدهون أغشية.

◈ الدهن فى منتجات الحيوان

• **دهن الجسم**: دهن النسيج الدهنى يتكون من ٩٩٪ أسايل جليسرول. ولكن الدهن الموجود مابين عضلات الحيوان − وهذا يستهلك كلحوم − يحتوى على كميات ملحوظة من الفوسفوليبيدات والمكونات غير المتصبنة مثل الكوليسترول. وأحماض البالمتيك والأستياريك والأولييك هى الأحماض الدهنية الرئيسية ولذا فإن دهون الخنزير والماشية مشبعة وبالتالى شبه صلبة. ودهن الدواجن أكثر فى عدم تشبع.

ودهون التخزين تختلف فى تركيبها تبعاً للجزء من الحيوان الآتى منه وعلى ذلك فإن حمض الأولييك فى دهن النسيج الدهنى يختلف من ١٩,١ إلى ٣٥,٧٪ ويتوقف ذلك على الجزء المأخوذ منه.

• **دهون اللبن**: لبن البقر bovine يحتوى مخلوط معقد من الدهون والجليسريدات الثلاثية منه تمثل أهم المكونات ٩٧−٩٨٪ من كل الدهن الموجود وإن وجد أيضاً جليسريدات ثنائية وأحادية وأحماض دهنية حرة وستيرولات وفوسفوليبيدات وايدروكربونات واسترات الستيرول. ولبن الماشية تبلغ نسبة الدهن فيه ٣,٤ − ٥,١٪ وتكوينه معقد جداً فربما وجد فيه ٤٠٠ حمض دهنى وتبلغ نسبة حمض اللينولييك (ك$_{١٨:٢}$) أقل من ٣٪ وتبلغ نسبة

حمض الاوليك فى لبن الجمل ٣٨.٩٪ وفى الحصان ١٨,٧٪. والجدول (٤) يعطى أهم الأحماض الدهنية فى بعض الحيوانات.

جدول (٤): أهم الأحماض الدهنية فى بعض الحيوانات (وزن/وزن ٪).

الحمض الدهنى	دهن الخنزير	دهن الماشية	دهن لبن القر
ك٤: صفر	–	–	٣,٣
ك٦: صفر	–	–	١,٦
ك٨: صفر	–	–	١,٣
ك١٠: صفر	–	–	٣.٠
ك١٢: صفر	–	–	٣,١
ك١٤: صفر	٠,٥ – ٢,٥	١,٤ – ٦,٣	٩,٥
ك١٦: صفر	٢٠ – ٣٢	٢٠ – ٣٧	٢٦,٣
ك١٦: ١	١,٧ – ٥,٠	٠,٧ – ٨,٨	٢,٣
ك١٨: صفر	٥,٠ – ٢٤	٦ – ٤٠	١٤,٦
ك١٨: ١	٣٥ – ٦٢	٢٦ – ٥٠	٢٩,٨
ك١٨: ٢	٣ – ١٦	٠,٥ – ٥,٠	٢,٤
ك١٨: ٣	< ١,٥	< ٢,٥	٠,٨
ك٢٠: صفر	< ١,٠	< ٠,٥	–
ك٢٢: ١	–	–	–

الليبيدات فى منتجات النبات

تقسم الليبيدات النباتية إلى ليبيدات أغشية وليبيدات تخزين أيضاً. ويختلف تكوين ليبيدات الأغشية باختلاف وظيفتها وتحتوى أغشية البلازما على نصف الوزن الجاف كدهن وأهم المكونات تشمل فوسفوليبيدات وقد تصل إلى ٦٥٪ وليبيدات كربوايدراتية تصل إلى ٢٠٪ وستيرولات تصل إلى ٥٪ وليبيدات متعادلة وتشمل الايدروكربونات وجليسريدات ثنائية وصبغات. وأغشية السبحيات mitochondria تحتوى حتى ٩٨٪ من ليبيداتها كفوسفوليبيدات. وغشاء حبيبة اليخضور فريد فى طبيعته فمعظم مكونات الطبقة الرقيقة lamellae من الليبيدات هى جليسريدات جليكوزيلية وليست فوسفوليبيدات.

وخلية النبات لها تركيب غشائى مبنى على طبقة ثنائية من الفوسفوليبيدات وقد وصفت كموزايك سائل fluid mosaic فسلسلة الأحماض الدهنية للفوسفوليبيدات موجهة نحو مركز الغشاء. والبروتينات الكروية globular تخترق كلا الجانبين أو تمتد عبر الغشاء. ويعتبر الغشاء غير متماثل مع سلاسل بضع سكريات oligosaccharides التى تطل من الدهون الكربوايدراتية والبروتينات الكربوايدراتية من على السطح الخارجى لغشاء البلازما فى الخلايا اليوكاريوتية/الكائنات سوية النواة eukaryotic. وتدفن الاستيرولات والليبيدات القطبية فى الغشاء ويوجد بها الفيتوستيرولات بما فيها بيتا سيتوستيرول والكامبيسترول والأستيجماستيرول بينما يوجد الكوليسترول فى أغشية خلايا الحيوان.

وتوجد الجليسريدات الثلاثية فى الأجسام الزيتية والتى تحاط بطبقة وحيدة monolayer أو غشاء نصف وحدة. ويزداد عدد الأجسام الزيتية فى البذور بزيادة نسبة الدهن حيث يخزن الدهن. وتستخرج الزيوت النباتية الخام من الثمار أو البذور بالضغط أو بالمذيب عادة الهكسان أو بالأثنين بالتتابع ويوجد بهذه الزيوت جليسريدات ثلاثية

وفوسفوليبيدات واستيرولات واسترات الستيرول ثنائية وكاروتينويدات وكلوروفيلات وتوكوفيرولات وأحماض دهنية حرة وجليسريدات وأيدروكربونات.

جدول (٥): تكوين الأحماض الدهنية في الزيوت النباتية (وزن/وزن ٪).

الحمض الدهني	جوز الهند	بذرة النخيل	عباد الشمس	الفول السوداني	ذرة	زيتون	نخيل	بذرة قطن	فول صويا	سلجم	زبدة كاكاو
ك٦:صفر	صفر-٠,٨	١,٥>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ك٨:صفر	٥-٩	٣-٥	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ك١٠:صفر	٦-١٠	٣-٥	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ك١٢:صفر	٤٤-٥٢	٤٠-٥٢	-	-	-	-	١,٢>	-	-	-	-
ك١٤:صفر	١٣-١٩	١٤-١٨	٠,٥>	٠,١>	١>	آثار	٠,٥-٥,٩	٠,٥-٢,٠	٠,٥>	٠,٩-١,٢	-
ك١٦:صفر	٨-١١	٧-٩	٣-١٠	٦-١٥,٥	٨-١٩	٨,٧-١٨,٣	٣٢-٥٩	١٧-٢٩	٧-١٢	٤,٥-٦,٠	٢٤,٢-٢٧,٠
ك١٦:١	١>	١>	١>	١>	٠,٥>	٠,٢-٢,٤	٠,٦>	٠,٥-١,٥	٠,٥>	-	-
ك١٨:صفر	١-٣	١-٣	١-١٠	١,٣-٦,٥	٠,٥-٤	١,٨-٤,٤	١,٥-٨,٠	١,٠-٤,٠	٢,٠-٥,٥	١,٥-٢,١	٣٢,٦-٣٥,٤
ك١٨:١	٥-٨	١١-١٩	١٤-٦٥	٣٦-٧٢	١٩-٥٠	٥٦,٤-٨٢,٢	٢٧-٥٢	١٣-٤٤	١٩-٣٠	٤٨,٣-٦٠,٧	٣٣,٨-٣٦,٩
ك١٨:٢	٢,٥>	٠,٥-٢	٢٠-٧٥	١٣-٤٥	٣٤-٦٢	٤,٢-١٨,٩	٥-١٤	٣٣-٥٨	٤٨-٥٨	١٨,٨-٢٢,٠	٢,٧-٤,٠
ك١٨:٣	-	-	٠,٧>	١>	٢>	٠,٣-١,١	١,٥>	٠,١-٢,١	٤,٠-١٢,١	٩,٣-١٠,٨	-
ك٢٠:صفر	٠,٥>	١>	١>	١-٢٥	١>	٠,٢-١,٣	١>	٠,٥>	١>	٠,٦-٠,٨	-
ك٢٢:صفر	-	-	١>	١,٥-٤,٨	٠,٥>	آثار	-	٠,٥>	٠,٥>	٠,١-٠,٢	-
ك٢٢:١	-	-	٠,٥>	٠,١>	-	-	-	٠,٥>	-	٠,١-٥,١	-
ك٢٤:صفر	-	-	-	١-٢,٥	٠,٥>	-	-	٠,٥>	-	٠,٢	-

ليبيدات السمك

تقسم الأسماك إلى أسماك بحرية قليلة الدهن lean وأسماك بحرية دهنية وأسماك المياه العذبة. والأسماك البحرية قليلة الدهن بما فيها القد والحدق haddock والنازلي hake تحتوى على ٠,١ - ١٪ دهن والأسماك الدهنية البحرية بمافيها الأسبرط sprat والاسقمرى والرنجة تختلف من <١ إلى >٢٥٪ وأسماك المياه العذبة ومن بينها السمك المرقط القزحي والـ haplochromis والركباس rockbass بها نسبة منخفضة من الدهن فهى أقل من ٤٪.

وفى السمك قليل الدهن كالقد فإن ٦٥٪ من الدهون الكلية فوسفوليبيدات توجد مع بروتين العضل و ٣٥٪ ليبيدات متعادلة بما فيها الجليسريدات الثلاثية والاستيرولات. وفى الأسماك الدهنية نسبة كبيرة من الدهن جليسريدات ثلاثية توجد فى كريات خارج الخلايا فى العضل فالأسبرط يحتوى على ٨ - ١٥٪ جليسريدات ثلاثية، ٠,٦ - ١,٩ فوسفوليبيدات فى حين السمك المرقط القزحي rainbow trout يحتوى ٢.٢٪ جليسريدات ثلاثية و ٠,٩٪ فوسفوليبيدات وكلاهما يحتوى على حوالى ١٪ استيرولات. وزيوت السمك

مهمة غذائياً لوجود أيكوسابينتا اينويك (ك٢٠:٥) ودوكوساهيكسااينويك (ك٢٢:٦) فيها نظراً لأنها تخفض من الإنسداد التاجي coronary thrombosis (جدول ٦).

جدول (٦): تكوين الأحماض الدهنية فى دهن السمك (وزن/وزن٪).

الحمض الدهنى	القد	الحُدُق	الاسقمرى	الأسبرط	سمك مرقط قزحى
ك١٤:صفر	١,٤	١,٥	٨,٦	٦,٠	٣,٥
ك١٦:صفر	١٩,٦	٢٠,٠	١٧,٦	٢١,٥	١٣,٣
ك١٦:١	٣,٥	٤,٠	١٠,٠	٥,٣	٤.٨
ك١٨:صفر	٣.٨	٦,١	٢,٢	٢,٤	٣,٨
ك١٨:١	١٣,٨	١٤,٢	١٤,٨	١٦,٥	١٨,٧
ك١٨:٢	٠,٧	٢,٣	١,٠	١,٦	٥,٥
ك١٨:٣	٠,١	٠,٤	٠,٨	١,٣	٥,٩
ك١٨:٤	٠,٤	٠,٥	٢,٠	٣,٣	٢,١
ك٢٠:١	٣,٠	٢,٦	٨,٦	٧,٠	-
ك٢٠:٤	٢,٥	٣,٣	٠,٩	٠,٧	٧,٢
ك٢٠:٥	١٧,٠	١٢,٠	٩,٤	٨,١	٥,١
ك٢٢:١	١,٠	٠,١	١٠,٢	١٢,٠	-
ك٢٢:٥	١,٣	٢,٤	١,٢	-	٦,٢
ك٢٢:٦	٢٩,٨	٢٤,٥	٨,٧	١٠,٨	٢١,٠

◈ ليبيدات الكائنات الدقيقة

• **البكتريا:** معظم ليبيدات البكتريا الموجبة لجرام فوسفاتيديل جليسرول وفوسفوتاتيدل ايثانولامين وفيها سلسلة الأسايل مفردة ومتفرعة. بينما البكتريا السالبة لجرام تحتوى فوسفاتيديل ايثانولامين مع سلاسل مستقيمة مزدوجة وسلسلة اسايل بروبان حلقى cyclopropane acyl chains. والدهن فى البكتريا الموجبة لجرام محدود على أغشية البلازما والجسيمات المتوسطة mesosomes فى حين أنه فى البكتيريا السالبة لجرام والعصيات الفطرية mycobacteria فالببتيدات منسوجة مع الطبقات الخارجية للخلايا وليس هناك أى تفرقة بين ليبيدات الغشاء وجدار الخلية.

• **الطحلب algae:** الطحلب الكبير مثل حشائش البحر sea weeds والعوالق النباتية

phytoplankton بـهـا ليبيـدات قليلـة ولكـن الطحلب الصغير الذى ينمـى فـى وجـود ضـوء وفى بيئة قليلة النتروجين يجمع دهن تخزين غنى فى الجليسريدات الثلاثية وتظهر بجلاء قطيرات الزيت فى الخلايا ويمكن الحصول على ٧٠٪ ليبيدات فـى الطحلب النامى فى ظروف مثلى وبعض الطحلب يجمع تركيزات عالية نسبياً من الليبيدات المشتقة فـ *Dunaliella salina* تجمع أكثر من ١٠٪ من وزنها الجاف بيتا كاروتين.

• الخمائر **yeasts**: تختلف الخـ ـائر فـهى إمـا منخفضة الدهن <٥٪ أو متوسطة الدهـن ٥ – ١٥٪ أو عالية الدهن > ١٥٪ دهن كنسبة مئوية من وزن الخلية الجاف. والخمائر الزيتية oleaginus تعرف بأنها تلك التى تنتج > ٢٥٪ دهن. وتختلف نسبة الدهـن وتكوينـه بـين مختلـف تحـت العـائلات subfamilies (تحت الفصائل) بين أعضاء الجنس وبين السلالات وتعتمد على ظروف النمو. وحتـى ٦٥٪ من كتلة biomass الخمائر الزيتية مثـل *Candida curvata* أو *Lipomyces* spp. قـد يحتوى ليبيد إذا نميت الخميرة تحت ظرف ناقصة النتروجين.

• الفطر **moulds**: هناك أمثلة كثيرة على الفطـر الزيتى والتى تجمع > ٢٥٪ دهـن وقـد تصل إلى ٧٥٪ والفطر يظهر إختلافاً أكبر فى تكوين الأحماض الدهنيـة بالنسبة للخميرة ولكـن معظـم الأنـواع تحتوى حمض أوليك وبالمتيك ولينوليك والفطر أكثر مـن الخميـرة فـى إحتوائـه علـى الأحمـاض الدهنية عديدة عدم التشبع فنجـد *Mucor javanicus* أستخدمت لإنتاج جاما لينولينك. (Macrae)

أيض الدهن metabolism

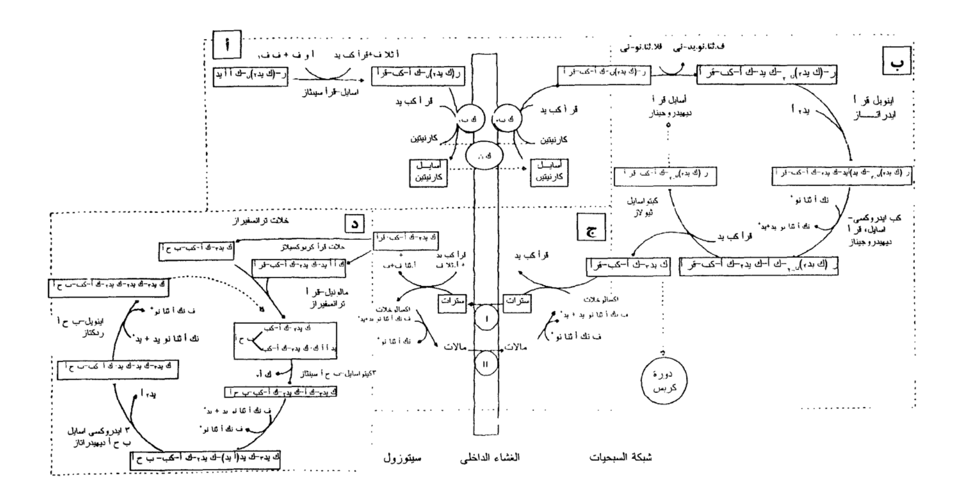
الأحماض الدهنية سواء من الغذاء أو من جديد de novo مصدر رئيسى للطاقة فهى يمكن أن تؤستر إلى جليسريدات للتخزين أو فـى الفوسفوليبيدات.

أكسدة بيتا β-oxidation

أكسدة الأحماض الدهنية هى أكسدة خطـوة خطـوة تُطلق فيها الخلايا وتستخدم الطاقة الموجودة فى الأحماض الدهنية. وهى تنظم بواسطة إنزيمات سبحيـة mitochondrial enzymes والتى تنظمها بالتالى هرمونات من بينها الأنسولين والجلوكاجون. وقبل الأيض تنشط الأحماض الدهنية الموجودة فى السيتوزول إلى مايقابلـها مـن أسـايل استرات كبريتيـة acylthioesters بواسطة أسايل قرين أ سينثتاز acyl-co A synthetase للأحماض الدهنية القصيرة والمتوسطة والطويلة والتى توجد فـى أقسـام خلويـة ثـلاث: خـارج السـبحيات extramitocondrial (شبكة الجبلـة الداخلية ش.ج.د ER endoplasmic reticulum والسـيتوزول cytosol) وشـبكة السـبحيات والبيروكسيسومات peroxisomes.

أحماض دهنية + أ.ثلا.ف + قر أ كب يد ←

اسايل قر أ + أ.و.ف + فو فو



صورة (١): انتقال الأحماض الدهنية المنشطة خلال الغشاء السبحى الداخلى. (أ) مساهمتها فى دورة أكسدة بيتا فى شبكة السبحيات. (ب) ناتج أكسدة الأحماض الدهنية فى شبكة السبحيات: قر أ خلات تنقل بعد ذلك خلال الغشاء الداخلى الى السيتوزول (ج) حيث يتم تخليق الأحماض الدهنية من جديد de novo. (د) يعود فيدخل مشتق الاسايل المطول الجديد حتى يتكون المشتق البالميتويل palmitoyl.

الإختصارات: ب ح أ ACP بروتين حامل الأسايل acyl carrier protein ، ك ب، CPT_1، ك ب، CPT_2 بالميتويل ترانسفيراز الكارنيتين الخارجى والداخلى outer & inner carnitine palmitoyl transferase. I ، II وتراى وأنظمة نقل ثنائى كربوكسيلات dicarboxylate-transport systems ، ك ن CT ترانسلوكاز كارنيتين : اسايل كارنيتين ، د ح ثلا TCA

ولما كانت السلاسل الوسطية (ك١٢ - ك١٤) والسلاسل الطويلة (ك١٦ - ك٢٤) لاسايل قر أ للأحماض الدهنية لاتستطيع إختراق غشاء السبحيات الداخلى مباشرة فإن دخولها يسهل ميكانيزم إنتقال يتوقف على الكارنيتين (الصورة ١ أ). وعندما تدخل شبكة السبحيات فإن الاسترات الكبريتية للأحماض الدهنية ر-(ك يد٢)ن-ك أ-كب قر أ

$R-(CH_2)_n-CO-S-Co\ A$

يتم إنقاصه فى خطوات (صورة ١ب). وعموما فإن ذرة كربون بيتا من الحمض الدهنى يحدث لها انتزاع فتميؤ ثم انتزاع ايدروجين مرة أخرى لتكون بيتا كيتو اسايل قر أ β-ketoacyl Co A وهذا يحدث له إنقسام ليعطى شظية من ٢ كربون قر أ خلات (ك يد٣ ك أ كب قر أ CH_3-CO S-CoA) وجزىء قر أ أسايل ر (ك يد٢)ن-٢-ك أ كب قر أ $R-(CH_2)_{n-2}-COSCoA$ وهذا أقل فى عدد ذرات الكربون بمقدار ذرتين عن الجزىء الأصلى والآخير يعود فيدخل الدورة ويتقدم خلال الدورة التالية من تفاعلات الأكسدة.

والأحماض الدهنية غير المشبعة ح.د.ش مثل الأحماض الدهنية المشبعة ح.د.ع يمكنها أن تتأكسد بنفس أكسدة بيتا حتى يتكون قر أ أسايل متوسط يحتوى على رابطة مزدوجة سيس cis بين ذرتى الكربون بيتا وجاما γ & β وإنزيمان مساعدان فى شبكة السبحيات (أيزوميراز وابيميراز (isomerase & epimerase) تحول هذا إلى قر أ أسايل غير المشبع إلى المركب المتوسط ترانس α ، β غير المشبع α-β trans unsaturated وهذا عرضة لإنزيمات أكسدة بيتا.

ووظيفة أكسدة الأحماض الدهنية هى توليد الطاقة وكل دورة لأكسدة بيتا تولد نك.أ.ثنا.نو.يد NADH وواحد فلا.ثنا.نو.يد٢ $FADH_2$ وواحد قرأ خلات. و قر أ خلات من خلال دورة الأحماض الكربوكسيلية الثلاثية ح.ك.ث tricarboxylic acid TCA تولد نك.أ.ثنا.نو.يد NADH و فلا.ثنا.نو.يد٢ والتى تتأكسد بالفسفرة التأكسدية oxidative phosphorylation لتكون أدينوسين ثلاثي الفوسفات أ.ثلا.ف ATP. والأكسدة الكاملة لجزىء واحد من قرأ أسايل الحمض الدهنى يولد تقريبا ١٧(ن\٢)-٥ أ.ثلا.ف ATP حيث ن تمثل عدد ذرات الكربون فى كل حمض دهنى.

تخليق الأحماض الدهنية (من جديد)

De-novo synthesis of fatty acids

إن تخليق الأحماض الدهنية من جديد يحدث فى السيتوزول ويحفزه معقد إنزيمى متعدد - سينثتاز الأحماض الدهنية وهو يحتوى ستة تفاعلات فيبتدىء تخليق الأحماض الدهنية من قر أ خلات والتى يمكن أن تأتى من أكسدة البيروفات أو أكسدة بيتا للأحماض الدهنية أو هدم للأحماض الأمينية. ولما كان قر أ خلات داخلى السبحيات intramitochondrial لايستطيع أن يخرج بالمرور خلال غشاء السبحيات الداخلى فهو يجب أن يتكثف مع اكسالوخلات ليكون سترات. والسترات يمكنها بعد ذلك المرور خلال الغشاء إلى السيتوزول حيث تنشق لإنتاج أكسالوخلات و قر أ خلات (صورة ١ج). وقر أ خلات والذى يعطى نهاية الميثيل فى الحمض الدهنى methyl end يكون مرتبطا بمجموعة سلفهيدريل (كبريتيد

أيدروجين كب يد SH-) فى بروتين حامل الأسايل acyl carrier protein (ب.ح.أ ACP) مكوناً خلات-كب-بح أ acetyl-S-ACP. ودور الـ ب.ح.أ فى تخليق الأحماض الدهنية يشابه دور قرين انزيم أ فى أكسدة الأحماض الدهنية فى السبحيات. وخلات ب.ح.أ تتكثف بعد ذلك مع جزىء مالونايل كب ب.ح.أ (يد أ ك ك-ك يد$_2$-ك أ كب ب.ح.أ HOCC-CH$_2$-CO-S-ACP) ليكون استيواسيتيل كب ب.ح.أ acetoacetyl ACP ويتبع ذلك التفاعل هدرجة فنزع ماء فهدرجة مرة ثانية (الصورة ١ د) وينتج عن ذلك مركب به ٤ ذرات كربون (مشتق ب.ح.أ بيوتيريل)

ب.ح.أ كب أ ك-يد$_2$ ك-يد$_2$ ك-يد$_3$ ك

أما قر أ مالونايل فيأتى من قر أ خلات بواسطة كربوكسيلاز قر أ خلات. وهذا الإنزيم يضبط المعدل الكلى لتخليق الأحماض الدهنية والذى ينظمه هرمونات.

ب.ح.أ كب بيوتيريل يحل محل ب.ح.أ كب ك أ يد$_3$ ك ويتقدم إلى التفاعلات الموجودة فى صورة (٢). وكل دورة تخليقية تتطلب جزيناً واحداً من قر أ مالونايل وتنتج مشتقاً لـ ب.ح.أ كب أسايل acyl-S-ACP أطول بمقدار ٢ ذرة كربون عن الأصل. وهذه الدورة تتكرر سبع مرات والنتيجة النهائية ب.ح.أ -كب بالميتويل palmitoyl-S-ACP. وحمض البالمتيك يمكن أن يطال ليكون حمض ستياريك أو أى حمض طويل السلسلة بتأثير نظام تطويل يتوقف على نظام قر أ مالونايل الموجود فى شبكة الجبلة الداخلية أو أغشية السبحيات.

أيض الأحماض الدهنية القصيرة
metabolism of short chain fatty acids

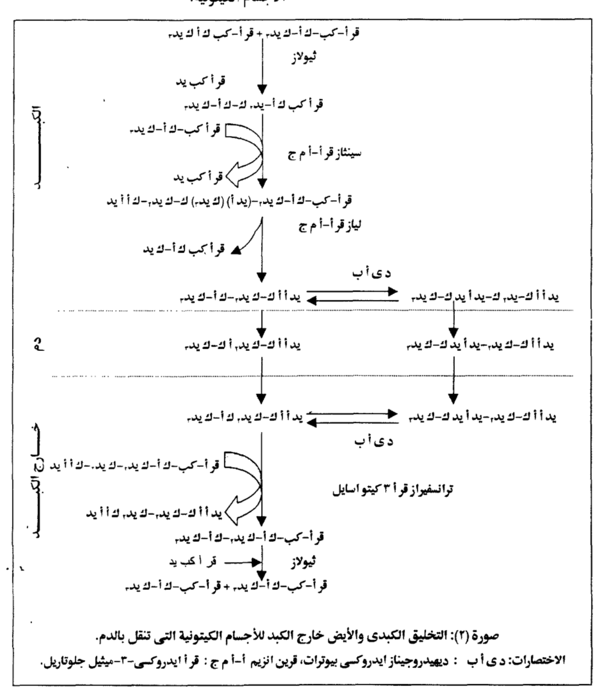
الأحماض الدهنية القصيرة (ح.د.ق) وقد تسمى أحماض دهنية متطايرة لها طول سلسلة يتراوح من واحد إلى ست ذرات كربون وأهمها الخلات والبروبيونات يد$_3$أك-ك يد$_2$ ك يد$_3$ CH_3 CH_2 COOH والبيوترات butyrate يد$_3$أك-ك يد$_2$ ك يد$_2$ ك يد$_3$ CH_3 CH_2 CH_2 COOH. ولبن البقر المهم فى تغذية الإنسان يحتوى كميات جوهرية من ح.د.ق على هيئة جليسريدات ثلاثية وهذه يتم هضمها فى الإنسان بواسطة العصير الخلوى الذى يحتوى نشاط ليبوليتى متخصص للجليسريدات القصيرة والمتوسطة. وأشكال الأحماض الدهنية من ح.د.ق ذائبة جداً فى الطور المائى وتنتشر بحرية خلال الغشاء المخاطى mucosa للقناة الهضمية ويدخل الدم الوريدى. ح.د.ق فى الغشاء المخاطى للأمعاء يمكن أن تأتى أيضاً من تخمر كربوايدرات الغذاء بواسطة الفلورا الدقيقة القولونية colonic microflora ويمكن إمتصاصها من القولون.

والبيوترات - ولمدى أقل البروبيونات - يمكن أن تتحول إلى خلات والتى يمكن تمثيلها/أيضها إلى ك أ$_2$ وتعطى طاقة للغشاء الطلائى المعدى ويمكن للبروبيونات أن تدخل دورة ح.ك.ث TCA من خلال قر أ سكسينيل وتؤيض إلى ك أ$_2$. وفى الأمعاء الغليظة أحماض الخليك والبيوتريك مولدات للأجسام الكيتونية ketone bodies (أسيتوأسيتات acetoacetate ود بيتا أيدروكسى بيوترات D-β-hydroxy butyrate) ويمكن للخلات أن تعمل كمولدات للدهون العالية مثل الكوليسترول

الحر أو المؤستر الأحماض الدهنية طويلة السلسلة فـي الغشاء المخـاطي للمعـدة والأمعـاء gastro-intestinal وأول خطـوة فـي أيـض ح.د.ق هـو تنشيطها إلى مشتقات قـر أ أسايل بواسطـة سينثيتاز قر أ أسايل للأحماض الدهنية القصيرة.

إنتاج الأجسام الكيتونية
production of ketone bodies

إن قـر أ خـلات الـذى يتكـون خـلال أكسـدة الأحماض الدهنية يتم أيضه في آخر الأمر إلى ك أ، وماء بواسطة طريقتين مختلفتين: ١- خـلال دورة حمض الستريك أو ٢- خلال تكوين أجسام كيتونية (صورة ٢) والكبد هو العنصر الأساسـى فـي إنتـاج الأجسام الكيتونية.



صورة (٢): التخليق الكبدى والأيض خارج الكبد للأجسام الكيتونية التى تنقل بالدم.

الاختصارات: د ى أ ب : ديهيدروجيناز ايدروكسى بيوترات، قرين انزيم أ-أ م ج : قر أ ايدروكسى-٣-ميثيل جلوتاريل.

ففى السحبيات فإن جزيئين من قر أ خلات يتكثفان ليكونا جزيئاً واحداً من قر أ أسيتواسيتيل وهذا يتحد مع جزيء آخر من قر أ خلات ليكـــون قر أ ٣ أيدروكسى٣ ميثيل جلوتـاريل 3-hydroxy-3-methylglutaryl CoA والذى ينشق ليعطـــى جزيئاً من كل من قر أ خلات وأسيتوأسيتات (خلات) حر. وبعض هذا الأسيتوأسيتات (خلات) يمكن أن يـهدرج إلى ٣-أيدروكسى بيوترات 3-hydroxy butyrate ويمكـــن لكـــل مـــن أسيتوأسيتات (خلات) و٣-أيدروكسى بيوترات أن ينتشر إلى الدم ويؤخذ بأنسجة خارج الكبـد extrahepatic حيـث يعـاد أكسـدة ألـــ ٣-أيدروكسى بيوتـرات إلى أسيتوأسيتات (خلات) وهذا يمكن أن يؤيض بتنشيطه ليكـــون قر أ-أسيتوأسيتايل ثـم ينشق ليعطـى جزئـين مـن قر أ خلات وهذا يدخل دورة حمض السيتريك ليتم أكسدته.

أيصال الأحماض الدهنية الحرة للأنسجة

supply of free fatty acids to tissues

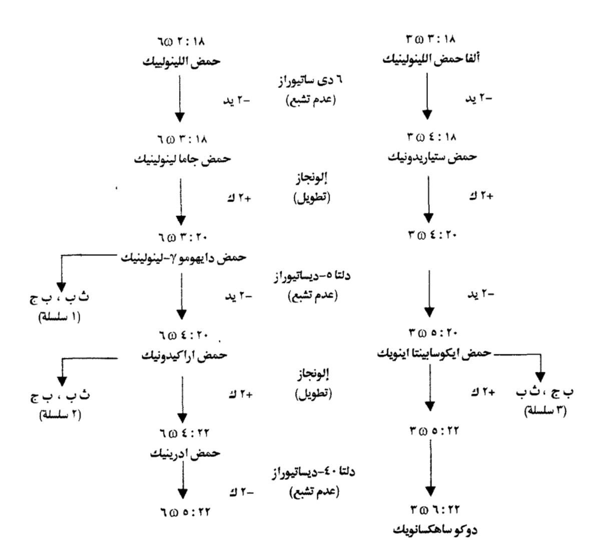
الأحماض الدهنية خاصة فـى صورة استرات (جليسريدات ثلاثية وفوسفوليبيدات) يتم إستبدالها من الجميعتين pools التركيبية والتخزينية من خلال الدم. ففى بلازما الإنسان تركيز الأحماض الدهنية الحرة عادة منخفض ٣٠٠-٥٠٠ ميكرومول (جزىء)/لتر ولكن رقم التحول سريع جداً فعمر النصف half time حوالى ٢ق. والصيام والتمارين تنشط حلمأة الجليسريدات الثلاثية المخزونة فـى النسيج الدهنى وبذا تطلق الأحماض الدهنية الحرة (ح.د.ح) وبعد وجبة دهنية (دسمة) فإن مستوى ح.د.ح فـى الدم يرتفع إذا تم إطلاق ح.د.ح من الجليسريدات الثلاثية فـى الغـذاء بواسطة ليباز الليبوبروتين عند السطح البطانى للحيز الوعائى ولم تأخذها الأنسجة المحيطة.

ولما كانت معظم ح.د.ح لاتذوب جيداً فى الماء فإن إرتباطها بالبيومين البلازما يزيد من ذوبانها. وهذا يقلل من تأثيرها المنظف detergent السام المحتمل للتركيزات العالية لـ ح.د.ح. ويختلف مآل ح.د.ح فى الأنسجة المختلفة ففى الخلايا الدهنية adrpocytes تؤستر ح.د.ح إما إلى جليسريدات ثلاثية أو فوسفوليبيدات للتخزين وفـى القلـب وعضلات الهيكل بعد التنشيط إلى قر أ أسـايل والنقل إلى السبحيات تتأكسد (أكسدة بيتا) أى قر أ خلات وهذه تدخل دورة كربس لحمض السيتريك وينتج عن ذلك أ.ثلا.ف ATP للنشاط العضلى.

أيض الأحماض الدهنية الأساسية (ح.د.أ)

من بين العائلات الأربع (ω٩، ω٧، ω٦، ω٣) من الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع حمضا اللينوليك والفالينولينيك وهما أصل العائلتين ω٦، ω٣ تعتبر أساسية لأنها لاتخلق فى الحيوان والإنسان ويجب وجودهما فى الغذاء. ولو أنه لايحدث تبادل بين العائلتين من الأحماض الدهنية الأساسية إلا أنه من المتفق عليه أنها يمكن إطالتها ويمكن اجراء عدم تشبعها إلى أيضات من ω٣، ω٦ فى الميكروزوم (الحبيبات البروتوبلازمية الصغيرة) microsomes بواسطة نفس أجهزة الإنزيمات (الصورة ٣) وكل خطوات عدم التشبع Δ^{6}، Δ^{5} أو Δ^{4} دى ساتيوراز (عدم تشبع desaturase تقسم

حسب موضع ذرة الكربون التي يعملون عليها بالنسبة لمجموعة الكربوكسيل النهائية من جزيء الحمض الدهني) تعتبر محددة rate-limiting للمعدل. ومن بينها Δ٦ دى ساتيوراز له أكبر تأثير على أيض ح.د.أ خاصة من عائلة ω٦.



صورة (٣): أيض الأحماض الدهنية الأساسية: الأحماض الدهنية معبر عنها برموزها القصيرة. فمثلا: ١٨ : ٢ ω ٦ (أو ١٨ : ٢-٦) يمثل حمض اللينولييك وله ١٨ ذرة كربون ورابطتين مزدوجتين وأول رابطة مزدوجة تبتدئ عند ٦ ω (أو ن-٦) (أى ذرة الكربون السادسة من النهاية الميثيلية).

الاختصارات: ب ج بروستاجلاندينات ، ث ب ثرومبوكسانات.

و ح.د.أ من الغذاء -مثلها مثل الأحماض الدهنية الأخرى - يمكن أكسدتها للحصول على الطاقة أو تخزن في النسيج الدهني . كما يمكن إدخال ح.د.أ مباشرة إلى فوسفوليبيدات الغشاء الخلوى فهي مهمة في المحافظة على سلامة الأغشية وبجانب ذلك فإن بعض الأيضات مثل حمض ثنائى هومو جاما لينولينيك di homo-γ-lenolenic acid وحمض الأراكيدونيك وحمض أيكوسابنتاإينويك eicosapentaenoic acid وبها ٣، ٤، ٥ روابط مزدوجة يمكن أن تخدم كمولدات للبروستاجلاندينات prostoglandins والثرومبوكسانات thromboxanes (سلاسل ١، ٢، ٣ بالتتابع) من خلال الاكسيجيناز الحلقى وكاسلاف اللوكوترينات leucotrienes والمركبات المرتبطة من خلال جهاز إنزيم الليبوكسيجيناز lipoxynase. وهذه الأيكوسانويدات هرمونات نشطة جداً ولها تأثير فسيولوجى كبير بتركيزات منخفضة جداً. وهى قصيرة العمر وتؤثر تأثيرات مختلفة وكثيراً متعاكسة فالبروستاسيكلينات prostacyclins والتى تتكون فى جدر الشرايين تثبط تجمع اللويحات/صفيحات platelets وتسبب إرتخاء جدران الشرايين وتخفض ضغط الدم بينما الثرومبوكسانات وتتكون خاصة بواسطة اللويحات/الصفيحات platelets تنشط تجمع اللويحات/الصفيحات platelet وتقبض جدران الشرايين وتزيد من ضغط الدم. وفى الإنسان فإن معدل الإنتاج اليومى للبروستاجلاندينات تقدر بـ ١مجم/يوم وهو جزء صغير من التناول اليومى لـ ح.د.أ (حوالى ٥-٢٥ جم) ولكن تأثير الأيكوسانويدات أكبر كثيراً من تركيزاتها.

الأحماض الدهنية وأيض الكوليسترول

الأحماض الدهنية المشبعة ح.د.ش ذات السلسلة من ك٦-ك١٠ وحمض الأستياريك ك١٨ لها تأثير بسيط على مستويات الكوليسترول فى البلازما. بينما تلك التى لها ك١٢ وك١٤،ك١٦ أى اللوريك والميريستيك والبالميتيك فهى ترفع مستويات الكوليسترول فى البلازما كما أن حمض الأولييك وهو حمض وحيد عدم التشبع وله سيس رابطة مزدوجة يستطيع أيضاً أن يرفع مستوى الكوليسترول فى الدم ولكن بدرجة أقل كثيراً من الأحماض الدهنية المشبعة ذات السلسلة المتوسطة وذلك على أساس الوزن. ومن بين ح.د.غ.ش فإن الأكثر وجوداً منها فى غذاء الإنسان هو حمض اللينولييك وأيضاته (مثل جامالينولينيك وأراكيدونيك) يمكنها أن تخفض مستويات الكوليسترول فى البلازما. وتأثير الأحماض الدهنية ω٣ على الكوليسترول أقل حسماً.

وتغيير أيض الكوليسترول بواسطة الأحماض الدهنية غير مفهوم تماماً ولكن يمكن شرحه جزئياً من خلال وظيفتها كمصادر للكربون فى تخليق وأسترة الكوليسترول، وجزئياً بتأثيرها على أخذ الخلية للكوليسترول ويمكن جزئياً بتأثيرها على تخليق وإفراز الجسيمات الغنية فى الكوليسترول فعند مستويات عالية من تناول الدهن فإن أكسدة الأحماض الدهنية يعطى قر أ خلات وهذه مصدر جوهرى للكربون (من خلال تكوين قر أ ٣ أيدروكسى-٣-ميثيل جلوتاريل) لتخليق

الكوليسترول. ووجود أحماض دهنية مشبعة ح.د.ش ينشط من إنتاج الجليسريدات الثلاثية والتخزين في النسيج الدهني. أما الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع ح.د.ع.ش فتقلل من معدلات تخليق الجليسريدات الثلاثية وهي تُؤكسَد بسهولة أكثر عن الأحماض الدهنية المشبعة ح.د.ش. وهي تدخل الفوسفوليبيدات وأغشية الخلايا وأغشية الخلايا المغناه بـ ح.د.ع.ش تسهل دخول الكوليسترول للأنسجة من خلال مستقبل الليبوبروتين منخفض الكثافة وهذه العملية تزيد من محتوى الكوليسترول داخل الخلية. وهذه بالتالي تثبط نشاط ردكتاز قرأ ٣-أيدروكسي ميثيل ٣-جلوتاريل وتخفض من تخليق الكوليسترول الداخلي.

(Macrae)

هضم وإمتصاص ونقل الليبيدات

يحرر الليبيد/الدهن من ليبوبروتين الغذاء بتحليل البروتينات proteolysis في الأمعاء ويستحلب ويدخل الأثنى عشر حيث يشجع إطلاق الصفراء bile والعصير البنكرياسي وهذا يحتوي على إنزيمات تهضم الليبيدات من بينها:

١- ليباز يؤثر على السطح زيت-ماء للمستحلب ويطلق الأحماض الدهنية ١، ٣ من الجليسريدات الثلاثية (ج.ثلا).

٢- إستراز الكربوكسيليك carboxylic esterase والذي يمكن أن يحلل تماماً ١٠ - ١٥٪ من الجليسريدات الثلاثية (ج.ثلا) ويمكن أن يحلل دهنياً lipolysis استرالكوليسترول.

٣- فوسفوليبازات أ١، أ٢ تزيل الأحماض الدهنية من المواضع ٢،١ بالتتابع من الفوسفوليبيد الموجود في ليبيد الغذاء أو الصفراء.

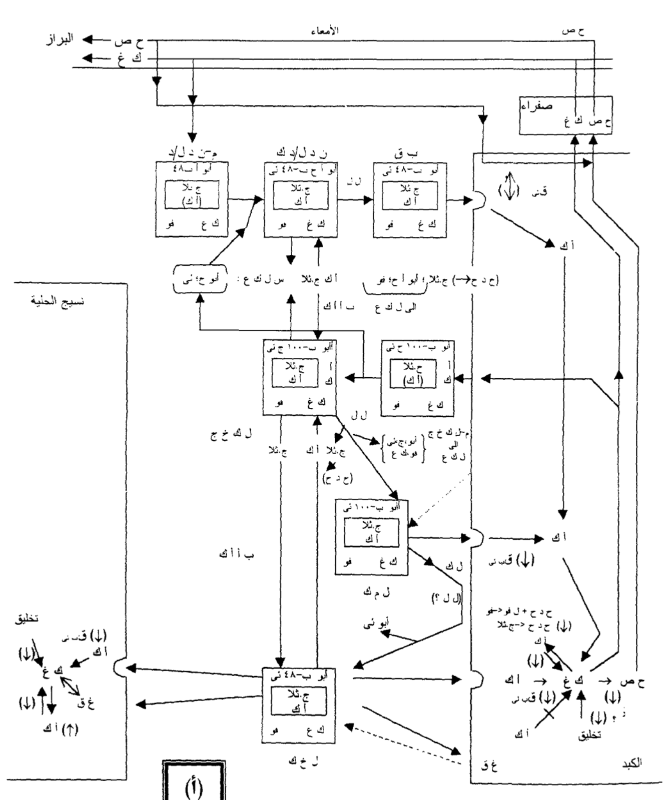
٤- استراز كوليسترول الذي يحلمىء استر الكوليسترول.

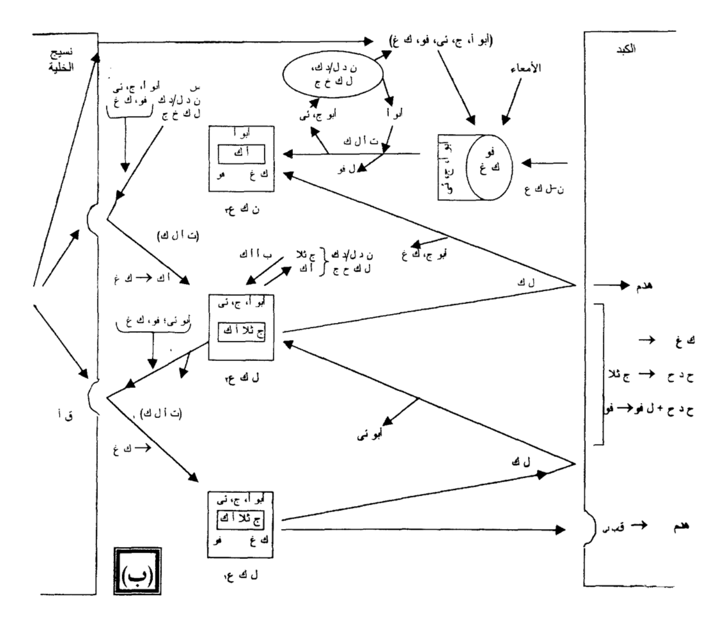
وأملاح الصفراء ترتبط بأجسام المستحلب ويسهل التحليل الدهني lipolysis بزيادة رقم جيد الأمثل لليباز البنكرياسي من ٦ إلى ٧. وتسهل عملية تنشيط أملاح الصفراء بواسطة (قرين) كولیباز وهذا الإنزيم يرتبط بليباز البنكرياس ويتغلب على تثبيطه بواسطة أملاح الصفراء والتي تحدث في غياب (قرين) الكوليباز.

ونتيجة التحليل الدهني أحماض دهنية حرة (ح.د.ح) وجليسريدات أحادية (ج.أ) وليسوفوسفاتيدل كولين وهذه مع أملاح الصفراء تكون تجمع غروي لجزيئات مُذَيْلات micelle وهذا التجمع لعديد الجزيئات قطره حوالي ١٠٠ مرة أصغر من قطر المستحلب.

ويؤخذ الليبيد/الدهن من التجمع الغروي للجزيئات المُذَيْلة micelle بواسطة ميكروزغابات (صغيرة) microvilli للخلايا المعوية enterocytes بعملية تسمى الإنتشار السلبي passive diffusion وأخذ الدهن يسهل كثيراً بواسطة التجمع الغروي للجزيئات لمذيلات أحماض الصفراء والتي تنقل الدهن خلال طبقة الماء غير المحركة وهذه صفة لغشاء الخلية وهي تمثل أهم حاجز للدهن. وأملاح الصفراء مهمة لأخذ الكوليسترول والدهون القطبية مهمة لذوبانها. وأملاح الصفراء تمتص من الأمعاء البعيدة وتعود للكبد من خلال الوريد البابي

portal vein وتدخل مرة أخرى الصفراء وبذا تنهى الدورة الداخلية الكبدية entero-hepatic cycle (الصورة١) وإمتصاص الدهن القطبي في الأمعاء الأقرب قد تكون شرح جزئى للملاحظة أن نصف الكوليسترول فقط يمتص.





صورة (١): (أ) أيض الليبوبروتين غنى فى الجليسريدات الثلاثية ، (ب) أيض الليبوبروتين عالى الكثافة

المربعات الخارجية تمثل مواد سطحية لليبوبروتينات، والدوائر الداخلية تمثل ليبيدات المركز core

↓ تنظيم الى أسفل، ↑ تنظيم لأعلا، ⇕ غياب التنظيم. ل ل: ليباز الليبوبروتين، ل ك: ليباز الكبد، ت أ ل ك: ترانسفير اسايل ليسيثين كوليسترول، ب أ أ ك: بروتين انتقال استر لكوليسترول، ابو أ، ب، ح، ئى أبو ليبوبروتينات ا، ب، ج، ئى، قرى: مستقبل يتعرف على أبو ئى، قب ى: مستقبل يتعرف على أبو ب، و ابو ب (مستقبل ل خ ك)، ق ١: مستقبل يتعرف على أبو أ، غ ق: الأخذ بطريق غير المستقبل، ن د ل/د ك: نقيطات الدهن اللنفاوى/دقائق كيلوسية، ل ك خ ج: ليبوبروتين ذو كثافة منخفضة جدا، ل م ك: ليبوبروتين متوسط الكثافة، ل خ ك: ليبوبروتين منخفض الكثافة، ل ك ع: ليبوبروتين ذو كثافة عالية، ب ق: متبقى، م: مولد، ج ثلا: جليسريدات ثلاثية، فو: فوسفوليبيدات، ل فو: ليسوفوسفوليبيدات، ح د ح: أحماض دهنية حرة، ك غ: كوليسترول غير مؤستر. أ ك: استر كوليسترول، ح ص: حمض الصفراء، ( ) مكون ذو تركيزات مختلفة،

أيض الدهن فى الخلية المعوية

الدهن الممتص ينقل إلى شبكة الجبلة الداخلية (ش.ج.د endoplasmic reticulum ER) بواسطة بروتين يربط الأحماض الدهنية وينشط إلى قرين انزيم (قر أ) بواسطة سينثتاز قر أ أسايل acyl CoA. والأحماض الدهنية يتم أسترتها إما عن طريق الجليسريدات الأحادية (ج.أ) أو طريق الألفا جليسروفوسفات. وحوالي ٧٥-٨٥٪ من ج.ثلا تتكون عن طريق ج.أ فيما عدا فى ظروف إمتصاص أحماض دهنية طويلة السلسلة فقط كما فى الحيوانات المجترة فيكون طريق ألفا جليسروفوسفات هو الأهم. والإنزيمات الموجودة فى طريق ج.أ- هى سينثيتاز قر أ أسايل وترانس أسيلاز ج.أ وترانس أسيلاز الجليسريد الثنائى توجد فى المعقد وسينثيتاز ر.ج.ث والذى يرتبط بشبكة الجبلة الداخلية (ش.ج.د) الناعمة ومادة تفاعلها المفضلة هى ٢ ج أ.

وتخليق ج.ثلا عن خلال طريق الألفا جليسريد يحدث أساساً فى شبكة الجبلة الداخلة ش.ج.د الخشنة وهذا يشمل تكوين ل-ألفا جليسروفوسفات من الجليسرول بواسطة كيناز الجليسرول والتحويل إلى حمض الفوسفاتيديك بواسطة ترانسفيراز الأسايل جليسروفوسفات glycerophosphate acyl transferase، وإلى جليسريد ثنائى (ج.ثنا diacyl glycerol (DAG بواسطة فوسفوأيدرولاز الفوسفاتيدات والتحويل إلى ج.ثلا بواسطة ترانس أسيلاز ج.ثنا DAG transacylase والجليسريدات الثنائية المتكونة من الطريقين لايتوازنان فالجليسريدات الثلاثية المكونة عن طريق ج.أ لها توزيع أحماض دهنية مشابه لـ ج.ثلا الغذائية فى حين أن المكونة من خلال طريق ألفا جليسروفوسفات مختلفة. والليسوليسيثين أسايل ترانسفيراز يعيد أسترة الليسوفوسفاتيديل كولين lysophosphatidyl choline والأول موجود فى كل من شبكة الجبلة الداخلية الناعمة والخشنة. ونسبة عالية من الكوليسترول تتم أسترتها ويمكن أن يتم ذلك بعكس نشاط الإستراز البنكرياسى للكوليسترول الممتص عند رقم جيد المناسب للخلية (٥,٠-٦,٢).

تخليق الكيلوميكرونات/نقيطات الدهن اللنفى/ الدقائق الكيلوسية

من أجل نقل الدهن المخلق جديداً خارج الخلية فإنه يرتبط مع بروتين ليكون ليبوبروتين lipoprotein والذى يذوب فى وسط مائى. والليبوبروتين الغنى فى الجليسريد الثلاثى المتكون فى الخلية المعوية يسمى كيلوميكرون/نقيطة الدهن اللنفى/دقيقة كيلوسية وهو أكبر أقسام الليبوبروتينات وهو يتكون من قلب غير قطبى يحتوى ج.ثلا وكمية تختلف من أستر الكوليسترول ومغطى بطبقة سطحية من البروتين (ابوليبوبروتين؛ ابو) وكوليسترول غير مؤستر وفوسفوليبيد.

وتكوين نقيطات اللنف الدهنى/الدقائق الكيلوسية للنف هى كمايلى: ج.ثلا ٨٦ - ٩٢٪ استركوليسترول ٠,٨ - ١,٤٪ وكوليسترول غير مؤستر ٠,٨ - ١,٦٪ وفوسفوليبيد (فوسفاتيديل كولين ٦ - ٨٪) وبروتين ١ - ١,٥٪. ونقيطات الدهن اللنفية/الدقائق الكيلوسية الداخلية intracellular

chylomicron تحتــــوى ح.د.ح وكوليســــترول وبروتـين وفوسـفوليبيد أقـل مـن نقيطـات الدهــن اللنفى/الدقائق الكيلوسية lymph chylomicron ويحتمل أن يكون ذلك بسبب شوائب من مكونات داخل الخلية أو بسبب تغيرات تحدث بعد الإفراز. وأثنـاء تغذيـة الدهـن فـإن الخليـة المعويـة تقـوم بتخليق بنشاط أبو أ-١ apo A-I ، أبو أ-٤ apo A-IV، أبو ب apo B وفى حالة الإنسان أبو أ-٢ apo A-II. أبو ج apo C وأبو ئى apo E يتم الحصول عليها بالنقل من ليبوبروتين ذى الكثافة العاليــة ل.ك.ع high-density lipoprotein HAL بعد إفراز نقيطات الدهـن اللنفـى/الدقـائق الكيلوسية من الخلية والمكـون الرئيسـى لنقيطـات الدهن اللنفى/الدقائق الكيلوسية هـو أبـو ب apo B على هيئة أبو ب-٤٨ وقد سمى كذلك لأن وزنه الجزيئى هو ٤٨٪ من أبو ب-١٠٠ apo B-100 والذى يخلق فى الكبد ويفرز فى الليبوبروتين ذى الكثافة المنخفضة جداً (ل.ك.خ.ج) very low-density lipoprotein (VLDL). والبروتين يخلق فـى شـبكة الجبلـة الداخليـة ش.ج.د ER الخشـنة ويدخـل فـى حبيبـات غنيـة بالـ ج.ثـلا عنـد نقطـة إتصـال شـبكة الجبلـة الداخلـة ش.ج.د الناعمـة والخشنة، وكـلا من البروتين والدهـن يتـم إدخـال الكربوايـدرات إليـها glycosylated فـى جــهاز جوجلـى Gogli apparatus. والجسيم يلتحـم عندئذ بغشاء البلازما ويطلق فى المسافات مـابين الخلايا بالإخراج عن طريق (اعتلال خلوى بشرى exocytosis. وجســيمات/نقيطــات الدهــن اللنفى/الدقائق الكيلوسية تختلف فى الحجم من ٧٥ - ٦٠٠ نانومتر وتكـون أكبر عندما يكـون هنـاك حمل كبير من الدهن أو أن دهن غير مشبع يتم إمتصاصه.

إمتصاص الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة

يتم إطلاق الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة والتـى تمت أسترتها فى الموقـع ٣ للجليسـريدات الثلاثيـة الغذائية إلى المعدة والأمعاء الصغيرة، ويمكـن نقلها خـلال الوريـد البـابى معقدة إلى البيومين. وعندمـا يحـدث إعاقة لإعـادة أسـترة الأحمـاض الدهنيـة أو تكوين نقيطـات الدهـن اللنفـى/الدقـائق الكيلوسية فإن الأحماض الدهنيـة طويلـة السلسـلة يمكـن أيضـاً أن تنقل خلال الوريد البابى.

نقل الدهن على الليبوبروتينات

تركيب الليبوبروتينات

بسبب كرهها للماء hydrophobic nature فإن الدهـن ينقـل فـى البلازمـا معقـداً إلى بروتينـات متخصصـة (أبـو ليبوبروتينـات apolipoprotein) وهذه الليبوبروتينات يمكـن أن تقسم تبعاً لخواصها الطبيعيـة والكيماويـة وإختلافـات هـذه الخـواص تسمح بفصلها عـن بعضها البعض بواسطة الترسيب الإختيارى والإستشراد الكهربى وتأبير نقطة تساوى التـأين isoelectric focusing وترشيح الجـل وكروماتوجرافيا ميل الحصانة immuno affinity chromatography والطرد المركزى الفائق. والتقسيم المتبـع مبنـى علـى أسـاس كثافتها المميأة hydrated density وهـذه الإختلافـات تسـمح بعزلهـا بواسـطة الطـرد المركـزى الفـائق إلى

ل.ك.خ.ج VLDL <١,٠٠٦ جم/مل ، ليبوبروتين متوسط الكثافة ل.م.ك intermediate-density IDL lipoprotein ١,٠٠٦ – ١,٠١٩ جم/مل ، وليبوبروتين منخفض الكثافة ل.خ.ك LDL low-density lipoprotein ١,٠١٩ – ١,٠٦٣ جم/مل، ل.ك.ع HDL ١,٠٦٣ – ١,٢١ جم/مل.

وتتكون الليبوبروتينات أساساً من قلب دهني متعادل كاره للماء محاط بفلم سطحي من البروتين والدهن القطبي. ولأن وظيفتها الأساسية هي نقل الدهن فإن تركيبها يجعل هذا النقل سهلاً. وتتكون أساساً من كرة الصدفة الخارجة منها لها نشاط سطحي amphipathic وطبقة خارجية محبة للماء وطبقة داخلية كارهة للماء. ومكونات الصدفة الخارجية هي الفوسفوليبيدات وهذه موجهة بحيث أن النهايات القطبية تبرز في البيئة المائية القطبية العالية ونهاياتها غير القطبية موجههة داخلياً ناحية القلب الدهني الكاره للماء. ويتصل بطبقة فوسفوليبيدات الصدفة الخارجية بروتينات (تعرف باسم ابوليبوبروتينات apolipoproteins) وكوليسترول حر. والقلب الداخلي خليط من جليسريدات ثلاثية وأسترات كوليسترول (الجدول١).

(Macrae)

وفي أقسام الليبوبروتينات التقليدية فإن هناك عائلات ليبوبروتين ل ب لها تكوين ابوليبوبروتين وصفي ولكن لها نسب دهن: بروتين تختلف وعلى ذلك فهي يمكن أن توجد في أكثر من قسم ذي كثافة واحدة وعلى ذلك فهناك ثلاثة أقسام على أساس أبو أ Apo A : ل ب–أ–١ LP-A-1، ل ب–أ–١ : أ–٢ LP-A-II ،و ل ب–أ–٢ LP-A-II وخمسة على أساس أبو ب Apo B ، ل ب–ب LP-B ، ل ب ب : ج LP-B : C ، ل ب–ب : ني LP-B : E ، ل ب–ب : ج : ني LP-B : C : E ، ل ب–أ٢ : ب:ج:د:ني LP-AII : B:C:D:E.

جدول (١): دور الأيض في الـ أبوليبوبروتينات.

الدور	ابوليبوبروتين
افراز ابوليبوبروتين	ب–٤٨ ، ب–١٠٠
منشط الانزيم	
ل.ل.ب	ج–٢
ت.أ.ل.ك	أ–١ ، ج–١ ، أ–٤
ل.ك	أ–٢
معرفة المُستَقبل	
ل.خ.ك مستقبل (ب/ني)	ب–١٠٠ ، ني
مستقبل نقيطات الدهن	
الليمفي/الدقائق	
الكيلوسية (ني)	ني
مستقبل ل.ك.ع	أ–١
تثبيط معرفة المستقبل	ج–١، ج–٢، ج–٣ (أ–٢)
نقل الدهن	د
نقل الكوليسترول العكسي	أ–١ ، أ–٤ ، ني

ل.ل.ب : ليباز الليبوبروتين ؛ ت.أ.ل.ك : ترانسفير أسايل ليسيثين–كوليسترول ؛ ل.ك: ليباز الكبد ؛ ل.خ.ك: ليبوبروتين منخفض الكثافة ؛ ل.ك.ع: ليبوبروتين ذو كثافة عالية.

ووجود أى عائلة خاصة يمكن أن يؤثر على خواص قسم الليبوبروتينات "وخلل الليبوبروتينات" dyslipoproteinaemias بما يمكن أن يتميز بالنسب المتغيرة من عائلات الليبوبروتين.

◈ تخليق الليبوبروتينات

• **تخليق الليبوبروتينات ذات الكثافة المنخفضة جداً** : إن الليبوبروتينات ذات الكثافة المنخفضة جداً (ل.ك.خ.ج) والغنية فى الـ ج.ثلا تتخلق فى الكبد وتحتوى أبو ب-١٠٠ apo B-100 كمكون رئيسى (+ أبو ب-٤٨ apo B-48 فى الفأر). والليبوبروتين متوسط الكثافة (ل.م.ك) والليبوبروتين منخفض الكثافة (ل.خ.ك) تأتى من أيض ل.ك.خ.ج ولكنها أيضاً يمكن أن يتم إفرازها مباشرة بواسطة الكبد.

• **تخليق الليبوبروتينات عالية الكثافة**: إن الليبوبروتينات عالية الكثافة الوليدة والتى يمكن أن تأخذ شكل جسيمات كروية صغيرة أو جسيمات قرصانية discoidal particles إما أن تفرز بواسطة الكبد أو الأمعاء أو تتكون من عوامل سطحية (فوسفوليبيدات وكوليسترول غير مؤستر و أبو ج) والتى تنتج من التحليل الدهنى لليبوبروتينات الغنية فى ج.ثلا. و ل.ك.ع الناضجة والتى توجد فى البلازما فقيرة نسبياً فى الفوسفوليبيدات والـ أبو أ١ وغنية فى أستر الكوليسترول وأبو نى إذا ماقورنت بـ ل.ك.ع الليمف بسبب نقل المكونات السطحية لليبوبروتينات الغنية فى ج.ثلا والتى تتحلل دهنياً. وتحويل الشكل القرصانى المولد للـ ل.ك.ع إلى الشكل الكروى الناضج يحدث عن طريق أسترة الكوليسترول غير المؤستر بواسطة ترانسفيراز أسايل ليسيثين-كوليسترول (ت.أ.ل.ك) lecithin-cholesterol acyl transferase (LCAT) ومايتبعه من دخول استر الكوليسترول فى القلب غير القطبى للجسيم مسبباً إنتفاخه.

◈ أيض الليبوبروتين

• **أيض نقيطات الدهن اللنفى/الدقائق الكيلوسية:** النقيطات الدهنية اللنفية/الدقائق الكيلوسية المفرزة حديثاً تكتسب استركوليسترول وتفقد ج.ثلا بالتبادل مع ل.ك.ع ثم تتحلل دهنياً بواسطة ليباز الليبوبروتين والذى ينشط أبو ج ٢ الذى يكتسب حديثاً. ونشاط ليباز الليبوبروتين يمكن أن ينظم تبادلياً reciprocally بين العضل والنسيج الدهنى بواسطة النشاط الهرمونى من أجل مفاضلة إنتاج طاقة أو التخزين.

ونتيجة للتحلل الدهنى فإن معظم الـ ج.ثلا وبعض الفوسفوليبيدات تتحلمأ بسرعة. وباقى الفوسفوليبيدات مع أبو أ ومعظم أبو ج تنتقل إلى ل.ك.ع تاركة بقية جسيم صغير مغنى فى استر الكوليسترول. وفقد الـ أبو ج٢ يقلل من معدل التحلل الدهنى وغياب أبو ج يسهل معرفة بقية الجسيم بواسطة مستقبل أبو نى فى الكبد. وتدفق الكوليسترول الغذائى يقلل من تخليق الكوليسترول فى الفئران المغذاه كوليسترول ولكن قد لايحدث هذا فى الإنسان بسبب المعدل المنخفض للتخليق الكبدى. وإن نشاط مستقبل ل.خ.ك أبو ب/نى ينخفض أيضاً (ولو أن هذا لايحدث فى الفأر المغذى كوليسترول) بواسطة دفق الكوليسترول

الغذائى ولكن عدد مستقبلات أبو نى - والمسئولة عن إزالة متبقيات نقيطات الدهن اللنفى/الدقائق الكيلوسية - لايحدث لها تنظيم سفلى (إلى أسفل)

• **أيض الليبوبروتين ذى الكثافة المنخفضة جداً:** كما مع نقيطات الدهن اللنفى/الدقائق الكيلوسية chylomicrons فإن ل.ك.خ.ج العادية لاتأخذها مستقبلات الخلايا بسبب إرتفاع محتواها النسبى من أبو ج وبالتحليل الدهنى فإن مكونات السطح (كوليسترول غير مؤستر وفوسفوليبيدات وأبو ج وبعض أبو نى) تنتقل إلى ل.ك.ع وبعد التحليل الدهنى فإن ل.م.ك يمكن إما أن يؤخذ بواسطة الكبد مباشرة أو يحول إلى ل.خ.ك. والمآل الأيضى لـ ل.م.ك يتوقف على نشاط مستقبل الكبدى ب ١٠٠/نى والذى يربط الـ ل.م.ك بفضل محتواه من الـ أبو نى ومحتوى الـ أبو نى لـ ل.م.ك. والـ ل.م.ك من أكبر ل.ك.خ.ج له عدد أكبر من جزيئات أبو نى وعلى ذلك فإحتمال إزالتها بواسطة الكبد أكبر. ولما كانت ل.ك.خ.ج للثدييات أكبر منها للإنسان فهذا ربما فسر المستويات المنخفضة لـ ل.خ.ك الملاحظة فى الإنواع غير الإنسان. فالحجم الكبير للجسيمات الباقية يمنع على مايظهر أخذها بواسطة الأنسجة خارج الكبد. وإحتمال تكوين ل.خ.ك من ل.م.ك يتأثر أكثر بليباز الكبد عنه بلبياز الليبوبروتين ولايظهر أنه يشتمل على مستقبل ل.خ.ك. والتحويل إلى ل.خ.ك يشتمل على فقد فى ج.ثلا والفوسفوليبيد والـ أبو نى لإعطاء جسيم والذى يغنى فى استر الكوليسترول والـ أبو ب والتى وحدها من بين الأبوليبوبروتينات يحتفظ بها أثناء أيض ل.ك.خ.ج.

فالـ ل.خ.ك يزال من الدورة بواسطة الأنسجة الكبدية وخارج الكبد بفضل ميل الـ أبو ب إلى مستقبل أبو ب ١٠٠/نى. وهذا الميل أقل عن ميل أبو نى للمستقبل بحيث أن نصف العمر لـ ل.خ.ك فى الدورة يكون أكبر عن ذلك لـ ل.م.ك. ونظراً للإختلافات فى الأنواع فإن زيادة فى الكوليسترول داخل الخلايا intracellular cholesterol يخفض من تخليق الكوليسترول ومستقبلات لـ خ.ك وينشط أسترة الكوليسترول وبذا ينظم مستوى الكوليسترول غير المؤستر فى الخلية.

وبالإضافة إلى طريق المستقبل فإن الليبوبروتين يمكن أن يؤخذ بنظام لايتوقف على المستقبل تختلف أهميته بإختلاف النسيج. فالأخذ عن طريق المستقبل يسود فى الكبد والغدد الصماء endocrine glands والرئة والكلى بينما الطريق الذى لايتوقف على المستقبل أكثر أهمية فى الأمعاء الصغيرة والطحال. وأخذ ل.خ.ك بواسطة الطريق الذى لايتوقف على المستقبل غير متخصص و ل.ك.ع يمكن أن يتنافس مع ل.خ.ك فى الربط إلى مواقع ذات الميل المنخفض. وكوليسترول ل.خ.ك الذى يؤخذ فى الأنبوب الزجاجى بواسطة الطريق غير المعتمد على المستقبل لايظهر أنه ينظم تخليق الكوليسترول أو أسترته والذى يقترح أنه ليس من ضمن الجَمِيعَة pool الذى يؤخذ بواسطة طريق المستقبل ولو أنه هناك بعض التنظيم فى حالات المُسْتَقْبِل الناقصة فى الحياة receptor-deferent states *in vivo* (الصورة ١أ).

• **أيض الليبوبروتينات عالية الكثافة:** الشكل الناضج لبلازما ل.ك.ع والذى ينتج عن تغيرات فى ل.ك.ع المفرزة حديثا هو ل٣ ك ع (الكثافة المميأة ١,١٢٥ - ١,٢١ جم/مل) وال ل٣ ك ع يحول إلى ل٢ ك ع وهذا أكبر وله كثافة مميأة أقل (١,٠٦٣ - ١,١٢٥ جم/مل) بإستحواذه على كوليسترول غير مؤستر وفوسفوليبيدات و أبو ج كنتيجة للتحلل الدهنى لـ ل.ك.خ.ج. والكوليسترول غير المؤستر يؤستر بواسطة ت.أ.ل.ك وينتقل إلى قلب الجسيم غير المحب للماء والـ ل٢ ك ع يمكن أن يعاد إلى ل٣ ك ع بعد التبادل مع أستر الكوليسترول فى ل٢ ك ع الموجودة فى ج.ثلا فى نقيطات الدهن اللنفى/الدقائق الكيلوسية وفى الـ ل.ك.خ.ج، وهذه عملية يسهلها بروتين إنتقال استر الكوليسترول (ب.أ.أ.ك) cholesterol ester transfer protein (CETP) ويتبعها تحليل دهنى للـ ج.ثلا الغنية فى ل٢ ك ع أساسا بواسطة ليباز الكبد ولو أن ليباز الليبوبروتين قد يكون له دور أيضا. والتحليل الدهنى ينتج عنه فقد فى ج.ثلا وفوسفوليبيدات وكوليسترول غير مؤستر وأبوليبوبروتينات، والـ ل٣ ك ع المولد إما أن يعاد إلى الدورة أو يؤيض. وال ل٢ ك ع يمكن أيضا أن يستقبل ليبيدات قطبية و أبو نى والتى تنتج عن التحلل الدهنى لليبوبروتينات الغنية فى ج.ثلا مع نشاط ت.أ.ل.ك فإن هذا ينتج عنه جسيم أكبر ل١ك ع . وهذا الشكل من ل.ك.ع رؤى فى أنواع مثل الفأر حيث لايوجد أى أ أ ك لينقل أستر الكوليسترول والآتى من تفاعل ت أ ل ك إلى الليبوبروتينات الأخرى. والـ ل١ ك ع يمكن أن يرتبط بمستقبل ب١٠٠/نى فى الخلايا الكبدية يفضل محتواها من الـ ابو نى ويمكن أن تعاد إلى ل٢ ك ع بفعل ليباز الكبد ويطلق مرة أخرى فى الدورة (الصورة ١ب).

أستخدام الكوليسترول وإنتقاله

الكوليسترول المأخوذ بواسطة الخلايا أو الناتج من التخليق الحيوى يمكن أن يدخل الأغشية أو فى تخليق الأستيرويدات steroide genesis كما فى الغدد فوق الكلوية adrenals والتى تستخدم كلا من كوليسترول ل.خ.ك ، ل.ك.ع. ففى الكبد يمكن أن يدخل الكوليسترول فى الليبوبروتينات ويعاد دورانه أو يفرز فى الصفراء إما على هيئة كوليسترول غير مؤستر أو بعد تحويله إلى أحماض الصفراء.

وحيث أن الخلايا المحيطة peripheral cells لاتستطيع أيض الكوليسترول فإن الإتزان البدنى/الاستتباب homeostasis لايمكن أن يحافظ عليه إلا بالدفق efflux. فالكوليسترول يمكن أن يكتسب أو يفقد أو يتبادل بواسطة الخلية ويتوقف ذلك على توازن الكوليسترول بين الخلية والوسط وخاصة نسبة الكوليسترول غير المؤستر إلى الفوسفوليبيد وخواص المستقبل المناسب. والكوليسترول غير المؤستر يمكن أن يزال من الخلية بواسطة عملية نقل الكوليسترول العكسى وهذه يمكن أن تتم بواسطة فوسفوليبيد الليبوزوم وجسيمات ل.ك.ع المولدة والـ ل٣ ك ع. وتدفق الكوليسترول يسبق ربط الـ ل.ك.ع إلى مستقبله ولكن ليس كـ ل.خ.ك فإن ربط ل.ك.ع إلى مستقبله لايتبعه أى تذويته internalization أو هدمه degradation. والكوليسترول غير المؤستر والذى

يزال من الخلية بواسطة مستقبل ل.ك.ع يؤستر بواسطة ت.أ.ل.ك واستر الكوليسترول ينتقل إلى القلب الكاره للماء تاركاً السطح حراً ليلتقط كوليسترول أكثر. وفي الأنواع التي بها ب.أ.أ.ك فإن أستر الكوليسترول (أ ك EC) يمكن أن يتم تبادله مقابل ج.ثلا مع ليبوبروتينات غنية في ج.ثلا وفي النهاية يعاد إلى الكبد في صورة جسيمات أو ل.خ.ك. وفي الأنواع التي ليس بها ب.أ.أ.ك فإن أستر الكوليسترول يمكن أن يدخل في ل ك ع، وهذا يمكن أن يأخذه مستقبل من ب-١٠٠/ئي. والكوليسترول في ل.ك.ع التي لاتحتوى على ابو ئي يمكن أن يزال بأخذ كل الجسيم أو بالإزالة الإنتقائية لاستر الكوليسترول مع إعادة تدوير الجسيم في الدورة. وهدم الجسيم الكلى يحدث أكثر في الكبد والخلايا المعوية وأقل في الخلية الليفية fibroblasts وغدد الخلايا الصماء.

(Macrae)

الدهن وإستخدامه fat and its use

دهن الحيوان يأتي من الخنازير والماشية والخراف ومن حيوانات أخرى. والمواد الخام للسلأ/الاصطلاب تشمل:

١- دهن الأمعاء من الكلى والمعدة والأمعاء والقلب.

٢- دهن الهيكل أو دهن التقطيع وتشمل مستودعات تحت الجلد خاصة دهن الظهر.

التركيب

النسيج الدهنى هو نسيج خام متخصص لتخزين الدهن وفي الدهن الأصفر أو الأبيض تحتوى خلايا دهنية adipocytes كفجوات وحيدة كبيرة محاطة بشبكة من الألياف المعقدة. والخلايا محصورة مع بعضها لتشكيل أشكال بيضاوية أو عديدة السطوح وتجمعات من الخلايا تكون فصوصاً تقسم بواسطة حلقات (نسيج مفكك هالى) ملونة أو نسيج ضام. وتختلف كثافة الدهن وتركيبه في الأنسجة بين الأنواع المختلفة وتبعاً لنوع مخزن الدهن وإن كانت هذه الإختلافات ليس لها تأثير على إستخلاص وإستخدام الدهن.

التكوين

يحتوى النسيج الدهنى على كميات مختلفة من الدهن والرطوبة والنسيج الضام والأخير يحتوى كولاجين غير ذائب والاستين كبروتينات تركيبية مدفونة في مواد تتكون من رطوبة وعديد السكريات المخاطية وبروتينات كربوايدراتية ومركبات ذات أحجام جزيئية كبيرة والتكوين يختلف تبعاً للنوع ونوع مستودع الدهن ووجود أنسجة أخرى أو ماء خارجي. والأنسجة المعوية والهيكلية تحتوى ٦٠ - ٩٠٪ دهن بينما تحتوى التشذيبات والعظام بمستويات أقل كثيراً.

والدهن في الأنسجة الدهنية يتكون ٩٩٪ منه من جليسريدات ثلاثية والدهون الصغرى تشمل الأستيرولات والكاروتينويدات والدهون الكربوايدراتية. والأحماض الدهنية الحرة ح.د.ح FFA توجد بنسب تبعاً لنشاط الإنزيمات عقب

الذبح. والجدول (١) يبين أهم الأحماض الدهنية في دهون الحيوان.

جدول(١): أهم الأحماض الدهنية في دهون اللحم.

الحمض الدهنى	النسبة المنوية من الأحماض الدهنية الكلية		
	خنزير	ماشية	خراف
ك١٦ بالمتيك	٢٤-٢٨	٣٢	٢٧
ك١٨ استياريك	٨-١٦	٢٠	٢٧
ك١٨-١ اوليك	٤٠-٤٩	٤٢	٣٥
ك١٨-٢ لينوليك	٦-١٥	١-١٢	٢

وتحتوى الدهون الحيوانية على ١-٢٪ حمض ميرستيك (ك١٤) وآثار من أحماض ذات وزن عال غير مشبعة ح.ع.غ.ش UFA وأحماض دقيقة متفرعة وأحماض ذات وزن جزيئى وتر odd. والوراثة والسلالة والجنس وعمر الحيوان ودرجة دهنيته لها تأثير على تكوين الأحماض الدهنية. ودهن الماشية والخراف تميل إلى أن تكون أقل إختلافاً حيث تتحور دهون الغذاء أى يحدث لها هدرجة بواسطة فلورا الكائنات الحية فى الأمعاء فكائنات المعدة الأولى - المجترة - تهدرج الأحماض الدهنية مما يؤدى إلى وضع ترانس أحماض دهنية فى النسيج الدهنى. والإختلاف التدريجى لدرجة الحرارة يؤثر على تكوين مستودعات الدهن بحيث أن دهون الأمعاء تميل إلى أن تكون من الأحماض الدهنية المشبعة وبذا تصبح أصلب من دهون تحت الجلد.

معاملة الدهن

ينظف الدهن ويبرد وينقص فى الحجم فى مكن طحن ثم يهرس فى هراسات خلال ألواح لها فوهات تتراوح مابين ٢ - ٥ مم فى القطر وكل طرق السلأ تبنى على التأثير المشترك للماء والحرارة كالآتى:

١- تمزيق ميكانيكى للتركيب الكولاجينى وإطلاق الدهن من الخلايا.

٢- تثبيط الإنزيمات حرارياً ومسخ البروتين وفى أثناء ذلك ينصهر الدهن وتنخفض درجة لزوجته.

٣- تتبلل البروتينات إختيارياً مما يعنى تكتل الدهن وتكوين طور دهنى.

٤- فصل أطوار المواد الصلبة والدهن والماء.

السلأ/ الإصطلاب على دفعات

الطرق التقليدية وهى لازالت مستخدمة تتكون من تسخين غير مباشر إلى حوالى ١١٥ °م مع تقليب الأنسجة فى أوعية مزدوجة الجدران ويسحب الدهن من الطبقة المائية ويرشح أو يعامل بالطرد المركزى ويمكن إستخدامه بدون أى معاملة. وبعد ذلك يستخدم التقليب لتحسين انتقال الحرارة ومنع إحتراق الدهن على جدران الأوعية. والمواد الصلبة الممسوخة ترشح من السائل المائى وتجفف ثم تضغط لإسعادة الدهن المتبقى ودهن الخنزير يكون فى هذه الحالة أغمق ونكهته أقوى وأقل ثباتاً بكثير عن المنتج بالطرق الحديثة.

والسلأ المبتل فى أوعية مفتوحة ترتفع فيه درجة الحرارة إلى ٩٥°م مع إضافة ١٠ - ٢٠٪ ماء وهى نفس الطريقة لدهن البقر والخراف فيما عدا أن

درجة الحرارة المستخدمة تكون أقل فهى ٥٠°م. وفى هذه الحالة لايمسخ كل البروتين والكولاجين طرى ومنتفخ بدلاً من أن يكون مجلتناً. ويساعد على فصل الدهن بإضافة الملح مسبباً تميؤ البروتين وإنتفاخه. ويعرف دهن البقر فى هذه الحالة "بالعصير الأول" premier jus أو "أوليوستوك" وهو يستخدم فى عمل المرجرين وبعد تبريده إلى ٣٠ - ٣٥°م فإن الجليسريدات الثلاثية تتبلر إلى " أوليوستيارين" وهو دهن أبيض يستخدم فى دهون التنعيم shortenings ومرجرين الحلويات. أما ناتج التجزئة الأطرى والأكثر لدانه والذى كان يعرف بإسم" الأوليو مرجرين" فهو يحتوى على جليسريدات ثلاثية غير مشبعة جزئياً أو كلياً وكان يستخدم كمادة أساسية فى عمل المرجرين.

السلأ المبتل على نطاق كبير: يستخدم الآن أوتوكلافات أو "هاضمات" حيث تملأ وتغلق ويحقن فيها بخار حى وتطبخ إلى ١٤٠°م تحت ضغط وهذا يمنع الإتصال بالهواء ويمنع إحتراق الدهن والتأكسد الذاتى. واللارد الناتج بهذه الطريقة لايبيض ويعرف بإسم "لارد بخار أولى" prime steam lard.

الطريقة المستمرة

تسخن الدهون إلى ٦٠°م تقريباً وتضخ إلى وعاء للطبخ مزود بحاقن لبخار حى وسكاكين كاشطة ويعمل البخار والمزج بالقطع shear على سرعة إرتفاع درجة الحرارة إلى ٩٠°م وتحطيم الدهن المطحون. والكتلة السائلة تغذى إلى طاردات مركزية فاصلة لفصل معظم المواد الصلبة ثم تغذى إلى وحدة تسخين وإنحلال لتحسين كفاءة الإستخلاص. وبعد الإستخلاص فإن سائل المواد الصلبة المتبقية يضخ إلى طاردات مركزية ذات فوهات لفصل الزيت والماء وإزالة المواد العالقة. وتنتهى العملية فى مبادلات حرارية للتبريد وتبلغ المدة حوالى ٤٠ق. والدهون الحيوانية المسلوءة تحتوى توكوفيرولات قليلة ولذا يضاف إليها مضادات حيوية فينولية مثل أيدروكسى انيسول البيوتيلى أ.أ.ب butylated hydroxy anisole BHA وأيدروكسى توليوين البيوتيلى أ.ت.ب butylated hydroxy toluene BHT أو ايدروكينون البيوتيلى الرابع أ.ب.ر tertiary butylhydroquinone TBHQ إما كل على حده أو بإرتباطات ومستويات إلى ٢٠٠ جزء فى المليون.

تكوين وتحوير الدهون الحيوانية

لاتحتاج هذه الدهون إلى أى معاملة أخرى ومع ذلك فإن أى تكرير آخر يمكن أن يحسن المذاق والثبات ويدخل من ضمن هذا عمليات الهدرجة والأسترة المتبادلة interesterification أو التجزئة لإعطاء دهون لها خواص محورة لإستخدامها فى المرجرين والدهون المعقدة الأخرى وهذا قد يعنى خلط كثير من الدهون (جدول ٢ وصورة ١) لإنتاج نواتج معينة.

التكرير: يتم كالآتى:

١- **المعادلة:** يعامل الدهن بقلوى عادة أيدروكسيد صوديوم لمعادلة ح.د.ح وتكوين الصابون الذى يزال بالطرد المركزى والغسيل. وعند الضرورة تزال الشوائب مثل الفوسفاتيدات بالتميؤ قبل المعاملة بالقلوى.

٢- **التبييض:** إزالة الصبغات مثل الكاروتينويدات والشوائب الأخرى ومنها البيروكسيدات والمعادن الآثار والمنتجات القطبية لهدم البروتين وذلك بالإمتصاص على السطوح الصلبة للطفل أو السيليكا أو الكربون النشط ثم الترشيح.

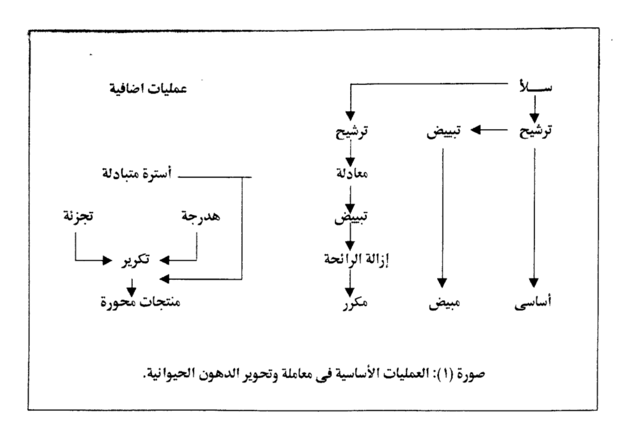
٣- **إزالة الرائحة:** وهى آخر خطوة فى التكرير بإستخدام البخار تحت فراغ كبير (٦ - ٢٠مم زئبق أو ٠,٧٩٨-٢,٦٦ كيلوباسكال) ودرجة حرارة مرتفعة (١٧٠-٢٢٠°م) لإزالة النكهات غير المرغوبة وكسر مايتبقى من الأيدروبيروكسيدات وينتج زيت غيرحريف/لطيف bland مع ثبات نكهة يتوقف على جودة المادة الطازجة والتداول ووجود مضادات أكسدة وخالبات المعادن الثقيلة مثل حمض السيتريك والتى يمكن إضافتها بعد إزالة الرائحة.

التحويرات

١- **هدرجة:** وهى تعمل على هدرجة الروابط المزدوجة فى ح.د.غ.ش فى داخل الجليسريدات وبذا تزيد من درجة إنصهار الدهن وتحسن من ثباتها ضد التأكسد. وهذه التفاعلات ترجع إلى تفاعلات جانبية وبها تتكون مشابهات ترانس المرتفعة درجة حرارة الإنصهار وبذا تتغير خواص الدهن ويتوقف ذلك على إنتقائية/إختيارية العملية ومعالجتها للحصول على النواتج النهائية المرغوبة. والميكانيزم يكون خلال تفاعل طارد للحرارة بين الزيت والايدروجين الغازى فى وجود حفاز نيكل يحصل عليه بعد التفاعل. والزيوت المهدرجة تحتاج إلى تكرير للحصول على مذاق مرض وثبات.

جدول (٢): القيم التحليلية للدهن المسلوء.

	لارد (دهن الخنزير)	دهن الماشية
أحماض دهنية مشبعة ٪	٤٢	٥٢
أحماض دهنية وحيدة عدم التشبع ٪	٤٦	٤٤
أحماض دهنية عديدة عدم التشبع ٪	١٠	٤
رقم يودى (ويج)	٤٥-٧٥	٣٢-٥٤
رقم التصبن (مجم بوا يد / جم دهن)	١٩٢-٢٠٣	١٩٠-٢٠٢
رقم بيروكسيدى (ميللى مكافئ بيروكسيد اكسجين/كجم)	١٠ أقصى قياس	١٦ أقصى قياس
رقم الحمض (مجم بوا يد / جم)	١,٣ أقصى قياس	٢,٥ أقصى قياس
المواد الدهنية غير المتصبنة (٪ وزن)	١,٠ أقصى قياس	١,٢ أقصى قياس



صورة (١): العمليات الأساسية فى معاملة وتحوير الدهون الحيوانية.

٢- **الأسترة المتبادلة interesterification:** وهى إعادة ترتيب توزيع الأحماض الدهنية داخل الجليسريدات الثلاثية لتغيير خواص التبلر والانصهار بدون تغيير تكوين الأحماض الدهنية وهذا يتم بحفازات بإستخدام عناصر قلوية أو عناصر الكوكسيدية metal alkoxides ويمكن لضبط درجة الحرارة توجيه التفاعل ويمكن إستخدام الإنزيمات. وهذه الزيوت تحتاج إلى تكرير.

٣- **التجزئة fractionation:** وهى عملية قديمة تبنى على التبلر والضغط الايدروليكى فتفصل دهون الخنزير أو الماشية إلى سائل وصلب. والطرق الجديدة تستخدم مذيبات ومنظفات detergents وطرق حديثة للترشيح. والدهون المجزأة تحتاج إلى تكرير لإستخدامها فى أغراض الأكل. (Macrae)

الإستخدام فى الأغذية

يستخدم الدهن فى الأغذية كمصدر للحرارة ولإعطاء الإحتياجات الغذائية ولإدخال الهواء والتشحيم ولإعطاء النعومة والإحتفاظ بالرطوبة ولتعمل كوسط لتبادل الحرارة ولتعزيز نكهة الأغذية المحمرة.

الدهن فى المنتجات المخبوزة

الخواص: يجب أن تحتوى الدهون أو دهون التنعيم للأغراض العامة على الخواص الآتية: ١- دهن التنعيم يجب أن يكون

ثابتاً فى تعـــــدد الشكل البلورى بيتا أولـــى beta-prime polymorph. ٢- يجب أن يكـون بها نسبة من جليسريدات ثلاثية عالية درجة حرارة الإنصهار، ٥٪ عادة كافية. ٣- نسبة الجليسريدات الصلبة إلى السائلة يجب أن تعطى صلباً لدنا على درجة حرارة الغرفة العادية. ٤- الثبات التأكسدى يجب أن يقابل إحتياجات عمر الرف.

والخواص ١، ٢ ضرورية لإعطاء عجينة مهواة ثابتة وقوام جيد للمنتج الغذائى بينما الخاصية ٣ يتم الحصول عليها بإستخدام خليط مناسب من الزيوت المكونة. ودهن التنعيم يجب أن يختلط بسهولة بالمكونات الأخرى أثناء الخلط. وتؤثر المعاملة الحرارية ودرجات حرارة التخزين ودرجة حرارة الغرفة على اللدانة. وأثناء المعاملة فإن التبريد السريع ضرورى لتكوين شبكة من بلورات صغيرة والتى تحتفظ enmesh بالطور الجليسريدى السائل. أما التبريد البطىء فينتج عنه بلورات غير منتظمة كبيرة وفى الجى ghee ينتج طور سائل مستمر. والخاصية ٤ يمكن الحصول عليها بإستخدام زيوت سائلة غير محورة للطور السائل. وإذا أريد الحصول على منتجات ذات عمر رف طويل فإن الثبات ضد الأكسدة يزيد بإستخدام زيوت مهدرجة هدرجة خفيفة للطور السائل مثل زيت فول الصويا بتقليل رقمه اليودى من ١٣٠ إلى ١٠٥ أو زيت سلجم rapeseed oil بتقليله من ١١٥ إلى ٩٥.

والدهون للإستخدامات العامة تصلح لإنتاج الفطائر. والدهون ذات الطور بيتا خاصة دهن الخنزير تنتج فطائر ممتازة ودهن الخنزير له مدى لدن طويل وإن أنتج عجائن كيك لها ثبات منخفض وقوام فقير ولذا يستخدم بنسبة ٢٠٪ ولكن إذا أمكن إقتصادياً تغيير تعدد الشكل البلورى polymorph إلى بيتا أولى عن طريق تبادل الأسترة فإن نسبة إستخدامه تزيد إلى مستوى ٦٠ - ٧٠٪.

الزيوت المكونة

يعطى الجدول (٣) الخواص الطبيعية لبعض دهون التنعيم ومعظم منتجى الدهن عندهم مخزون من زيوت مهدرجة أو مجزأة fractionated معايره والأرقام الموجودة للجليسريدات الصلبة حددت بطريقة الرنين المغناطيسى النووى ذات النبض ر.م.نـ.و.ب pulsed nuclear magnetic resonance pNMR بإستخدام الطريقة ٢,١٥٠ للإتحاد الدولى للكيمياء البحتة التطبيقية أ.د.ك.ب.ط International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC).

مخاليط دهون التنعيم

يعطى الجدول (٤) بعض مخاليط دهون التنعيم. ودهون التنعيم بدون جليسريدات ثلاثية متوسطة درجة حرارة الإنصهار تعطى منتجات خبيز مرضية وإن كان هناك فقداً فى القيمة الأكلية نظراً لزيادة مستوى الجليسريدات ذات درجة الإنصهار العالية وإن كان لها مدى لدن ممتد. ومعظم المنتجين يزيدون من مستويات الجليسريدات بـ ٢ - ٤٪ أثناء شهور الصيف.

ودهون التنعيم عالية النسبة لها مخاليط مشابهة للدهون ذات الإستخدامات العامة فيما عدا أنه

يضاف إليها ٢,٨ - ٣,٢٪ ألفا جليسرول أحادى وفى بعض الأحيان مستويات مماثلة من الجليسريدات الثنائية. ويلاحظ أن نسبة عالية تشير إلى إمكان إستخدام مستويات عالية من السائل والسكر إلى الدقيق. وينتج كيك أكثر خضالة moister وأحلى ويقاوم الأجون أطول من الكيك التقليدى. ودهون التنعيم التى بها نسب ١ - ٢٪ وحيد الجليسريد تستخدم لإعطاء نسب متوسطة من السائل والسكر. أما دهون التنعيم التى تصب أو السائلة فهى معلقات للمستحلبات أحياناً بإضافة مستوى صغير من دهن طور بيتا عالى الإنصهار إما فى زيت نباتى سائل أو مهدرج قليلاً لإعطاء عمر رف أحسن.

دهون الفطائر المنفوخة puff pastry fats

هذه يلزمها أن تكون جَشِبة tough ومطاطية ليمكنها عمل الطبقات المتعددة من الدهن والعجين وللحصول على التلازج المطلوب فإن نسبة عالية من محتويات الجليسريد الصلب تستخدم مع طريقة تصنيع جيدة. ودهن الخنزير الذى يحتوى على ١٢ - ١٥٪ دهن خنزير مهدرج كلياً يمكن أن يكون ناجحاً كما يوجد دهون تنعيم من دهن البقر والدهون النباتية تستخدم استيارين النخيل وزيت نخيل مهدرج مع زيوت نباتية أخرى مهدرجة.

جدول (٣): الخواص الفيزيقية لبعض مكونات دهون التنعيم.

الدهن	درجة حرارة الانصهار (°م)	نسبة الجليسريدات الصلبة على درجات حرارة مختلفة (°م)					تعدد الشكل البلورى الثابت
		١٠	٢٠	٣٠	٣٥	٤٠	
دهن الزبد	٣٦	٤٧	١٦	٥	١	صفر	بيتا أولى
دهن الخنزير	٣٦	٤٩	٢٦	٨	٥	٢	بيتا
دهن الماشية	٤٣	٥٥	٤١	٢٠	١٥	٧	بيتا أولى
النخيل	٣٧	٥٠	٢٢	١١	٥	٢	بيتا أولى
النخيل (أ)	٤٢	٥٢	٣٥	١٥	٩	٦	بيتا أولى
النخيل (هـ)	٤٩	٩٥	٩٢	٨٠	٦٣	٤٢	بيتا أولى
ستيارين النخيل (ج)	٤٦	٦٧	٤٥	٢٢	١٨	١٣	بيتا أولى
السمك (هـ)	٣٦	٦٠	٤٠	١٨	٦	٠,٥	بيتا أولى
السمك (هـ)	٤٩	٩٠	٨٥	٧٠	٥٠	٤٠	بيتا أولى
زيت السلجم (هـ)	٣٣	٧٥	٥٠	١٥	٤	صفر	بيتا

ا: متبادل الأسترة ، هـ: مهدرج ، ج: مجزأ.

جدول (٤): دهون تنعيم للاستخدام العام.

المكون	ليست جميعها زيوت نباتية ٪		جميعها زيوت نباتية ٪	
	(١)	(٢)	(١)	(٢)
دهن الماشية	٦٥			
زيت سمك مهدرج ٣٠°م		٨٠		
زيت سمك مهدرج ٤٠°م		٢٠		
زيت نخيل			٢٥	٢٠
زيت نخيل مهدرج ٤٩°م			٥	١٠
زيت سلجم مهدرج ٣٣°م			٤٠	٢٥
زيت سلجم	٣٥		٣٠	
زيت سلجم مهدرج ٢٠°م				٤٥
النسبة المئوية للجليسريدات الصلبة (رنين مغناطيسى نووى ب) (ر.م.ن.ب)				
١٠°م	٣٥	٤٥	٤٧	٤٥
٢٠°م	٢٢	٢٧	٢٠	٢٢
٣٠°م	١٢	١٠	١٢	١٠
٤٠°م	٣	٢	١	١,٥

◈ دهون البسكويت

• دهون العجين

دهون عجين البسكويت يجب أن تكون بيتا أولى ثابتة لتجنب تكون اللمعان أثناء حياة البسكويت وهى تختلف عن دهن التنعيم فيمايلى: ١- بروفيل الإنصهار يجب أن يكون حاداً لقيمة أكلية جيدة فيجب ألا يكون هناك أكثر من ٥٪ جليسريدات صلبة عند ٣٥°م وأقصاها ٠,٥٪ عند ٤٠°م. ٢- الثبات ضد الأكسدة يجب أن يكون عالياً لحياة رف طويلة.

والجدول (٥) يعطى مخاليط دهن وبروفيلات الرنين المغناطيسى النووى. وقد استخدمت صناعة البسكويت كميات كبيرة من الزيوت البحرية المهدرجة،ويستخدم زيت النخيل أو زيته المهدرج لإعطاء تعدد الشكل البلورى بينما أولى فى الزيوت النباتية. وقد يصل الخليط فى تنكات على درجات حرارة أعلا من درجة حرارة الإنصهار وتحفظ فى تنكات ثم تبرد ويضبط القوام.

• دهون الكريمة

تحتاج دهون كريمة البسكويت إلى جليسريدات صلبة عالية إلى متوسطة على درجات حرارة الغرفة . مع ذوبان سريع ومثالياً على معقد جليسريدات صلبة على درجة حرارة الغرفة. وفى الخطوط السريعة

فإن الدهن يجب أن ينعقد بسرعة ويعطى قوة تماسك للبسكويت جيدة وهى أساساً تتكون من مسحوق سكر المخبوزات icing sugar ودهن مع أو عدم وجود مواد ملونة ونكهات. والجدول (٦) يعطى بعضاً منها.

جدول (٥): خليط دهن عجين البسكويت وبروفيلات ر.م.ن.ب.

حيوان/نبات	دهن ٪	دهن نباتي	دهن ٪
دهن سمك مهدرج ٣٢°م	٥٥	دهن فول صويا مهدرج ٣٥°م	٥٠
دهن نخيل	٣٥	أولبين النخيل	١٠
دهن نخيل مهدرج ٤٢°م	١٠	زيت نخيل	٤٠
النسبة المئوية للجليسريدات الصلبة (ر.م.ن.ب)			
٢٠°م	٢٥		٢٨
٣٠°م	٨		١٠
٣٥°م	٢.٥		٤
٤٠°م	صفر		٠,٥

جدول (٦): دهون كريمة البسكويت ونقط انصهارها.

الدهن	دهن ٪	دهن ٪	دهن ٪
جوز الهند	٦٥		
زيت بذرة نخيل مهدرج ٣٤°م	١٥	١٠٠	
زيت نخيل مهدرج ٤٢°م	٢٠		
زيت فول صويا مهدرج ٣٤°م			١٠٠
النسب المئوية للجليسريدات الصلبة (ر.م.ن.ب)			
٢٠°م	٤١	٧٤	٦٠
٣٠°م	٤,٥	١٤	٢٠
٣٥°م	٢	٢	٣
٤٠°م	صفر	صفر	صفر

وزيوت اللوريك وجوز الهند وبذرة النخيل هى مواد مثالية ليبتدىء العمل بها فهى تنصهر بسرعة وهى عديمة النكهة very bland ويمكن تكريرها إلى ألوان منخفضة جداً ويمكن إستخدام زيت السلجم وزيت الصويا عندما تحتوى على نسب عالية من أحماض ترانس وحدها أو مع دهون اللوريك. وفى هذه المخاليط فإن الأحماض المشبعة ذات درجة حرارة الانصهار المنخفضة يتم إستبدالها

جزئياً بأحماض ترانس وأساساً حمض الاليديك elaidic acid وهو له درجة حرارة إنصهار مشابهة لحمض اللوريك (٤٢°م) (جدول ٦).

• دهون التحمير frying oils

تحتاج دهون التحمير لأن تكون ثابتة فتستخدم دهون أقل مايمكن في درجة عدم التشبع ومع مستويات من معادن الآثار منخفضة جداً مع عمر رف معقول خاصة مع رقائق البطاطس والأكلات الخفيفة التي لها مساحة سطح كبيرة إلى وزنها وتحتوى على محتوى دهني قد يصل إلى ٤٠٪. والزيوت المناسبة هي زيت فول الصويا المهدرج خفيفاً أو زيت السلجم مع حمض لينولينيك مخفض إلى تحت ٣٪ وأوليين النخيل ومخاليط من زيت نخيل مع زيوت نباتية. ويحتاج منتجو الرقائق المجمدة إلى زيوت أكثر صلابة لتجنب المشاكل أثناء التجميد بدفع الهواء blast freezing.

ومقدمو الطعام catering industry تستخدم زيت النخيل ودهن البقر والزيوت النباتية السائلة وزيوت تحمير طويلة العمر مبنية على زيوت نباتية مهدرجة خفيفاً. وهذه قد تحتوى نسبة صغيرة من دهن بيتا أولى مثل زيت سلجم مهدرج هدرجة تامة. والتبريد وتعديل القوام ينتج زيت تحمير يصب ثابت. ويضاف إليها عامل مضاد للرغوة (ميثيل عديد السيلوكسان methyl polysiloxane) ولايضاف عادة أي مضاد أكسدة لأن عملها لايستمر إلى المنتجات النهائية. وتنفع التوكوفيورلات المتبقية في الزيوت النباتية.

◈ المعاملة processing

• دهون التنعيم shortening

الدهون والمخاليط تخزن على درجة حرارة أعلا من درجة حرارة إنصهارها قبل المعاملة مباشرة وأول شيء هو تبريدها مبدئياً بالماء لتقليل الإختلاف في درجة حرارة تغذية وحدة التبريد الأساسية. وهذه تتكون من مبادل حرارى يكشط سطحه بإستمرار ويتكون من أسطوانة بها المبرد من الخارج وفي الداخل يوجد عمود دوار مع سكاكين كاشطة عائمة. ويضخ الدهن المنصهر تحت ضغط عال خلال حيز حلقي بينما السكاكين الكاشطة تزيل الدهن المبرد من حائط الأسطوانة. وهذه الخطوة تبتدىء التبلر قبل الوصول إلى الوحدة الثانية والتي يرمز لها بوحدة ب B (أو الخائض في بركة ضحلة puddler) أو شغال worker وبها يكمل الدهن معظم تبلره بينما يتم تبلره أثناء تقليبه بواسطة مقلبات وحواجز ومعظم حرارة التبلر تفقد. والمرحلة النهائية تتضمن مشغل ميكانيكي بإمرار دهن التنعيم خلال حمام بثق قبل ملء الوعاء وهو عادة صناديق مبطنة بالبوليثين. ويعمل النظام كله تحت ضغط ٢-٣ مليون باسكال. ودرجة حرارة التبريد تكون بين ١٦ ، ٢٢°م ودرجة حرارة الملىء مابين ١٩ ، ٢٥°م ويتوقف ذلك على الخليط.

ثم يأتي بعد ذلك التهينة tempering حيث تحفظ الأوعية في جو من ٢٤ - ٢٨°م لمدة ٤٨ ساعة على الأقل. وهذه الخطوة تسمح لدهن التنعيم بأن يثبت في تعدد الشكل البلورى بيتا أولى ويحد من مدى التلدين وبذا يسمح لدهن التنعيم بأن

يستخدم على مدى من درجات الحرارة بدون فقد في وظيفته.

ومعظم دهون التنعيم يدخل فيها هواء ويفضل نتروجين قبل التبريد لإعطاء مظهر أبيض وذلك بنسبة ٨٪ إلى ١٥٪ بالحجم. ودهن التنعيم بدون الغاز يعمل بكفاءة ولكن لونه يكون أصفر باهت وله مظهر الفازلين. وقد يضاف ألوان على هيئة بيتا كاروتين أو فيتامينات وفي هذه الحالة لايدخل النتروجين.

• دهن الفطائر المنفوخة puff pastry fats

دهن الفطائر المنفوخة يمكن أن يبرد مثل دهن التنعيم أو على أسطوانات تبريد مفتوحة مع سكاكين كاشطة تجرى بطول الأسطوانة والمبرد من الداخل ولكن تكثف الرطوبة يعطى بعض المتاعب. وبعد التبريد فإنه يسمح للدهن أن يتبلر ببطء في أنابيب. ثم يتم تلدين الدهن قبل بثقه في كتل. ولايحتاج الأمر إلى تهيئة ولكن يجب تجنب درجات الحرارة المنخفضة في التخزين.

• دهون أخرى

الحلويات والتوفي والجيلاتي والكريمة ودهون التخمير تبرد ويعدل قوامها وتعبأ كدهون التنعيم ولكن بدون تهيئة. (Macrae)

مسحوق الدهن fat powder

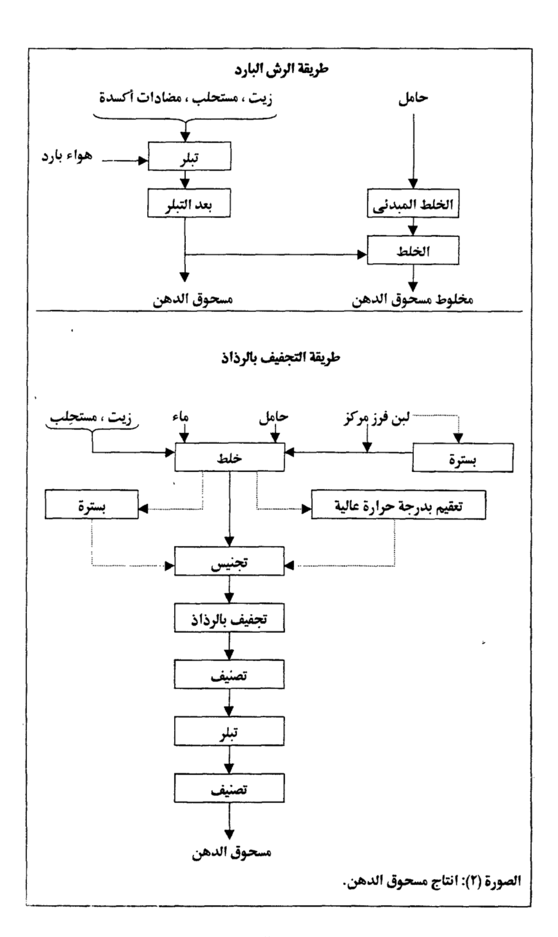
بعكس الدهون والزيوت فإن مساحيق الدهن لها ثبات أحسن ضد الأكسدة الذاتية وفي بعض المنتجات مثل مساحيق الشوربة المجففة أسهل في المناولة. وهي تصنع من دهون طبيعية أو دهون نباتية مهدرجة وأحياناً بإضافة مستحلبات وحوامل بروتين. وكذلك تنتج مساحيق الزبد والكريمة.

ففي طريقة الرش البارد cold spray process فإن الدهن المذاب يرش/يرذذ تحت ضغط عال في غرفة تبلر ذات هواء مدفوع air blast crystallization chamber (درجة حرارة -٣٥°م) حيث تتصلب جسيمات الدهن. وبعد إعادة التبلر فإن الجسيمات تُغَطى لمنع التكتل clumping.

أما في طريقة التجفيف بالرذاذ spray drying process فإن الدهن يجنس بالمستحلبات والماء واللبن الفرز ثم يجفف في أبراج رذاذ متعددة المراحل وبعد ذلك في طبقة مُسَيَّلَة للتبريد. ويمكن انتاج مساحيق بها ٨٠٪ دهن. ثم تكبسل مصغراً microencapsulation وباستخدام التجفيف بالرذاذ يُطْمَر الدهن على هيئة نقيطات دقيقة في مادة غير دهنية مثل الجيلاتين أو الصمغ العربي أو النشا أو الدكسترين. وبعد ذلك يمكن استخدامه في المنتجات الغذائية مثل خلطات الكيك سابقة الإعداد (الصورة ٢).

مايحل محل الدهن fat replacers

هناك نوعان مما يحل محل الدهن : بدائل خالية من الطاقة الدهنية energy-free fat substitutes ومقلدات مخفضات الطاقة الدهنية energy-reduced fat mimetics.



الصورة (٢): انتاج مسحوق الدهن.

◈ بدائل الدهن

• استرات عديدة الأحماض الدهنية الكربوايدراتية تخلق من استرات ميثيل الأحماض الدهنية والسكريات المحورة. فالأحماض الدهنية المتاحة من كثير من مصادر الجليسريدات الثلاثية والسكريات مثل السكروز والجلوكوز والرافينوز والاستاكيوز والتريهالوز وبعض كحولات السكر تُجَمّع مع السكر في كمركز أما الأحماض الدهنية المؤسترة فتمتد بعيداً عن السكر. والسكريات المستبدلة بأحماض دهنية مثل هكسا، و هيبتا أو أوكتا أسترات أحماض دهنية للسكروز لايتم حلمأتها بواسطة الإنزيمات فى القناة الهضمية للإنسان فهى لاتمتص ولاتؤيض بواسطة الكائنات الدقيقة فى القولون.

• استرات المالونات (أم DDM) تخلق من حمض المالونيك، الهكساديكان والأحماض الدهنية بغرض بديل خالى من الطاقة للتحمير على درجة حرارة عالية. ودراسات التغذية مع الفئران تفيد أن آثار من التركيزات تمتص وأن الكبد هو الجهاز الرئيسى للتوزيع والتخلص منها.

• بروبوكسيلات الجليسرول المؤستر (ب ج أ) esterified propyxlated glycerol (EPG) يشابه جليسريد ثلاثى طبيعى فيما عدا أن الأوكسى-بروبيلين oxypropylene قد أدخل بين الجليسرول والأحماض الدهنية. وتدل الإختبارات الأولية على أنها مأمونة وتقاوم التحلمؤ.

• ثلاثى الكوكسى ثلاثى الكاربالات (ثلا.أ.ثلا.ك) trialkoxy tricarballate (TATCA) يماثل الجليسريدات الثلاثية الطبيعية مع ثلاثى حمض الكاربالليك tricarballylic acid الذى يحل محل الجليسرول والكحولات المشبعة وغير المشبعة تحل محل الأحماض الدهنية والدراسات الأولية تدل على أنها لاتهضم وهى يمكن أن تحل محل الزيوت النباتية فى الطبيخ أو فى المستحلَبات.

• مركبات عديد اورجانوسيلوكسان polyorganosiloxane خالية من الطاقة أيضاً وهى زيوت سائلة غير ممتصة تشتق من السيليكا وهى كيماوياً خاملة وغير سامة وهى ثابتة وتحافظ على اللزوجة على مدى متسع من درجات الحرارة وتقاوم الأكسدة والحلمأة والهدم وتشبه فى خواص الذوبان الدهون غير القطبية.

• زيت عُنّاب jojoba oils ومشتقاتها ومرجرين العناب jojoba ومايونيزها أظهر خواصاً وظيفية إختلفت عن المرجع ولكنها كانت مقبولة فى تطبيقات الأغذية ولكن زيت العناب jojoba oil حساس للحلمأة بواسطة الليباز البنكرياسى فهو يهضم بنسبة ٢٠٪.

ومايحل محل الدهن يشمل ديرـلو Dur-Lo وهو أحادى وثنائى الجليسريد الزيت النباتى المستحلَب ويمكن أن يحل محل كل أو بعض دهن التنعيم فى مخاليط الكعك والبسكويت وعديد من المنتجات اللبنية التى لها أساس زيت نباتى عندما تستحلب فى الماء. وهو يعتبر مأموناً

GRAS والمستحلبات التى تستخدم زيت فول الصويا أو دهن اللبن يمكنها أن تنقص الدهن جوهرياً وكذلك الطاقة بإحلال الدهن محلها على أساس واحد إلى واحد مع إستخدام دهن أقل معطياً فاقد أقل.

• الكابرينين caprenin من الجليسريدات الثلاثية يتكون من أحماض دهنية كابريليك وكابريك وبيهينيك تستخلص من جوز الهند وزيت بذرة النخيل وزيت كانولا مهدرج - وهو موجه أساساً للحلويات كمنقص للطاقة. وهو يشبه زبدة الكاكاو فهو يعطى مذاقاً غنياً كريمياً وهو يعطى ٥ سعرات لكل جرام بدلاً من ٩ لكل جرام.

• الاسترا olestra: هى ثمانى أحماض دهنية مرتبطة بجزىء واحد من السكر وهى ثابتة ضد الحرارة ولها شعور الفم (القوام) كما للدهن. والجسم لايستطيع هضمها فهى لاتعطى أى طاقة ويمكن استخدامها فى التحمير وقد اختبرت فى الانسان وتوصلت هيئة الأغذية والأدوية FOA (هـ.أ.أ) إلى أنها غير ضارة. ولكن الفيتامينات القابلة للذوبان فى الدهون أ، د، ى و ك والكاروتينويدات تزال من الجسم. وتحدث سلس البراز fecal incontinence ويمكن أن تحدث انتفاخ bloating وانقباض فى عضلات البطن واسهال. وقد طلبت هـ.أ.أ وضع تحذيرات على الأغذية التى تحتويها.

(سانت بترزبورج تايمز ٦ فبراير ١٩٩٦)
جيمس نوريس

مقلدات الدهن fat mimetics

مقلدات الدهن مركبات تساعد على إحلال شعور الفم للدهن ولكنها لاتستطيع أن تعمل كبديل للدهن على أساس رطل مكان رطل. وهى ليس لها الخواص الكيماوية غير القطبية للدهون ولايمكن إستخدامها فى التحمير بسبب تركيز المياه وحساسيتها للحرارة.

وهى تعرف بأن أساسها بروتين أو كربوايدرات أو نشا أو سيليولوز فالتى أساسها بروتين تسوق تحت أسماء سمبلس simplesse وتريلبلازر trailblazer وفينيس finesse وهى بروتينات محورة التركيب مأخوذة من اللبن أو بياض البيض وسمبليس هو محضر بعملية تسخين وخلط فى تجسيم مصغر microparticulation وفيها تجمع البروتينات فى جسيمات صغيرة ومستديرة والتى تخلق الكريمية وشعور الفم للدهن. وهو لايمكن إستخدامه فى الأغذية المسخنة لأن البروتين يجبس congeal ويفقد شعور الفم الكريمى. وتريلبلازر trailblazer وفينيس finesse تشبه مقومات البروتين المحورة ويحضر بخليط من الحرارة والتحميض وخلط البروتينات الطبيعية والكربوايدرات المختارة والماء.

ومقلدات الدهن المبنية على الكربوايدرات-النشا تكون من بضع وعديد السكريات التى تعتبر مأمونة GRAS تستخلص كيماوياً وتحضر من نشا التابيوكا أو البطاطس أو الذرة المحور (الجدول ١).

ومقلدات الدهن الكربوايدراتية تهضم وتمتص إلى حد ما معطيه ١٩ كيلوجول أو أقل لكل جرام من الكربوايدرات وهى مادة عديمة الطعم ذائبة فى

الماء وثابتة إلى حد ما لـ جيد والحرارة وهى تعطى قواماً كريمياً ناعماً فى الفم ولها خاصية البسط والمظهر حين تحل محل كل الدهن أو جزء منه أو فى المستحلَب.

ومقلدات الدهن المبنية على السليولوز لاتعطى أى طاقة للغذاء وأحدها أفيسيل Avicel وهو خليط من سليولوز متبلر صغير وكربوكسى ميثيل سليولوز وهى تعطى شعوراً فى الفم كريمياً مع قليل من المذاق.

جدول (١): مقلدات الدهن المبنية على الكربوايدرات.

مقلد الدهن	الكربوايدرات
ن-زيت	تابيوكا، مالتودكسترين
بازيلى س أ ٢ Paselli SA2	بطاطس ، مالتودكسترين
ستا-سليم ١٤٣ Sta-slim 143	نشا بطاطس معدل
مالترين مو ٤٠ Maltrin MO 40	ذره نشا ومالتودكسترين
اوتريم Oatrim	ردة الشوفان وبيتا جلوكان
نيترى دهن ج Nutrifat C	قمح، ذرة، تابيوكا ودكسترينات بطاطس
ليتس Litesse	عديد الدكستروز
ستيلار Stellar	نشا ذرة
سلنديد Slendid	بكتين
ليتا Lita	جلوتين الذرة

تحليل الدهون fat analysis

تقدير الأحماض الدهنية الحرة

يمكن أن توجد الأحماض الدهنية الحرة (ح.د.ح) فى الزيوت المكررة بنسبة ٠,١٪ (وزن/وزن) إلى ١٥٪ ولكن نسبتها عادة حوالى ٥٪ فى الزيوت الخام وهى تنتج عن حلمأة الدهون وليس كناتج طبيعى.

والطريقة العادية للتقدير هى التنقيط (ج.ح.ك.ر ٢٨ : ٠٢٩ - ٢٨ : ٠٣٤ AOAC 28:029-28:034) بمحلول من ايدروكسيد البوتاسيوم (حوالى ٠,١ مول M فى ٩٥٪ (حجم/حجم) إيثانول) وهذه الطريقة تصلح لكل الدهون والزيوت التى تذوب فى مخلوط المذيب ١ : ١ (حجم/حجم) من إيثانول ٩٥٪ (حجم/حجم) وثانى إيثيل إثير.

والطريقة التنقيطية تستخدم دليلاً – فينولفثالين (١٠ جم/مل فى إيثانول ٩٥٪ (مجم/حجم)) لتحديد نقطة النهاية. وفى حالة الدهون التى تعطى لوناً يجب إستخدام طريقة جهدية potentiometric لتحديد نقطة النهاية. والنتيجة هى متوسط تنقيطين ويعبر عنها كمايلى:

أ- قيمة الحمض ق ح acid value AV: عدد مليجرامات ايدروكسيد البوتاسيوم المطلوب لمعادلة ١ جم من الدهن

ق ح = (٥٦,١ ج ح) ÷ ك $AV = (56.1\ PV)/m$

ح = عدد مليلترات ايدروكسيد البوتاسيوم

V = no. of millilitres of potassium hydroxide

ج = التركيز الجزئى الجرامى المضبوط لأيدروكسيد البوتاسيوم

P = exact molarity of potassium hydroxide

ك = الكتلة بالجرام فى الجزء المختبر

m = mass in grams of the test portion

ب- ح د ح FFA: الحموضة بالنسبة المئوية معطاه بالمعادلة:

حموضة = (ج ح $ك_ج$) ÷ ١٠ ك

$$acidity = (PV M_r) / 10 m$$

ح = عدد مليلترات ايدروكسيد البوتاسيوم

V = number of millilitres of potassium hydroxiode

ج = التركيز الجزيئي الجرامي المضبوط لايدروكسيد البوتاسيوم

P = exact molarity of potassium hydroxiode

$ك_ج$: الكتلة الجزيئية النسبية

M_r = relative molecular mass

ك : الكتلة بالجرام للجزء المختبر (أنظر جدول ١)

m = mass in grams of the test portion

جدول (١): الأحماض الدهنية الكلية.

نوع الدهن	معبر عنها ك	$ك_ج$
جوز الهند، بذرة النخيل	حمض لوريك	٢٠٠
زيت النخيل	حمض بالمتيك	٢٥٦
كل الزيوت الأخرى	أوليك	٢٨٢

وعند تحديد ح د ح ٪ ومن المتعارف عليه أن يعبر عن القيمة كحمض أوليك وعندما يعرف نوع الدهن فإن الكتلة الجزيئية النسبية يجب إستخدامها وهذه تقدر بتحليل الأحماض الدهنية بكروماتوجرافيا الغاز والا أستخدمت قيم $ك_ج$ الموجودة في جدول (١). وللمحافظة على الاحكام/الضبط فإن حجم العينة التي ستستخدم في التقدير يعتمد على مستوى ح د ح المتوقع ويجب أن تتبع البيانات في الجدول (٢).

الطريقة: ح د ح كلية بالتنقيط

١- كمية من المذيب المخلوط (١:١ إيثانول/ثنائي إيثيل الايثير diethyl ether) يجب معادلتها قبل الإستخدام مباشرة بمحلول أيدروكسيد بوتاسيوم بعد إضافة دليل الفينولفثالين بمعدل ٠,٥مل/لتر من المذيب.

٢- كمية العينة المطلوبة تحدد بالنسبة لجدول (٢) وتوزن عينتان بدقة وتذاب العينتان في ٥٠ - ١٥٠ مل من المحلول لكل.

٣- أثناء تقليب المحلول بإستمرار فإن التنقيط يجب أن يتم إلى نقطة النهاية بواسطة ٠,١ ج M ايدروكسيد بوتاسيوم ونقطة النهاية وردية اللون pink color تستطيع أن تبقى على الأقل ١٠ ثواني ويسجل حجم المحلول المنقط.

ملاحظات: ١- إذا كانت قيمة الحمض (ق ح) منخفضة جداً (< ٠,٢) فإن ك أ٢ الجوى قد يتدخل جوهرياً ومن النافع أن يحل النتروجين محل الهواء في وعاء التنقيط . ٢- إذا حدث وأن المحلول أصبح عكراً أثناء التنقيط فإن حجم المذيب المعادل قد يزداد ويجب تجنب التسخين (التدفئة). ٣- إذا زادت كمية ايدروكسيد البوتاسيوم المطلوبة للتنقيط عن ١٠ مل فإن مخلوط من ٠,٥ج M قد يستخدم.

جدول (٢): كتلة العينة المطلوبة فى تقدير الأحماض الدهنية الحرة.

قيمة الحمض المتوقعة (ق ح)	٪	كتلة الجزء المختبر (جم)	دقة الوزن (جم)
> ١	(> ١)	٢٠	٠,٠٥
١ – ٤	(> ٢)	١٠	٠,٠٢
٤ – ٢٠	(٢–١٠)	٢	٠,٠١
٢٠ – ٧٠	(١٠–٤٠)	٠,٥	٠,٠٠١
< ٧٠	(< ٤٠)	٠,١	٠,٠٠٠٢

تقدير أهمية الأحماض الدهنية الحرة المنفردة
determination of individual free fatty acids

قد يكون هناك مواقف يحتاج فيها المرء لتحديد أحماض دهنية وحيدة أو لتحديد توزيع الأحماض الدهنية فى جزء ح د ح لدهن أو زيت والتنقيط قليل الفائدة فى هذه الحالة لأنه لايميز بين الأحماض الدهنية المختلفة وأسرع طريقة هى استخدام كروماتوجرافيا الغاز مع إضافة معيار داخلى. وفى هذه الطريقة يمكن تقدير كمية كل من الأحماض المنفردة وكل ح د ج يحصل عليه ويقاس إلى ٠,٠٠١٪ بدقة. ومن الممكن تحليل الأحماض الدهنية الحرة مباشرة بإستخدام كروماتوجرافيا الغاز ذات العمود المعبأ أو الشعرى capillary or packed-column gas chromatography ولو أنه قد يتطلب الأمر إستخدام أطواراً حمضية مثل سوبلكو نيكول Supelco Nukol لتقليل تأثير التذييل tailing والفقد غير النسبى والذى هو نتيجة للربط الايدروجينى على العمود. وينصح بإجراء تحليل المشتقات لإنقاص الأخطاء الكمية التى يمكن أن تحدث.

وحيث يجرى تحليل ح د ح فإنها يجب عزلها أولاً بكروماتوجرافيا الطبقة الرقيقة (ك ط ر) TLC أو طرق تنظيف العمود (أنظر بعد) وقبل هذا فإن معياراً داخلياً من حمض هبتاديكانويك (ك١٧:صفر) يجب إضافته إلى الدهن على مستوى يتوقف على مستوى ح د ح المتوقعة فى الدهن.

والأحماض الدهنية الحرة المذابة فى التوليويين (حتى ٥مجم/مل) (ح د ح كلية) يجب حقنها (٠,٥ ميكرولتر) مستخدمين الطريقة المباشرة للعمود. والعمود يجب أن يكون ٢٠ متر فى الطول و ٠,٥٣مم قطر داخلى (ق د iD)، سيليكا المندمجة fused مع ٠,٥ ميكرومتر فيلم متماسك bonded من سوبلكو نيكول (أو مايماثله). ويجب تثبيت سليكا مندمجة silinized, blank fused (مسلكنة) "كفجوة إمساك retention gap" ومن الظروف المثالية غاز الهيليوم الحامل إلى ٢٠مل/ق. ودرجة حرارة بداية ١٠٠°م كبروجرام إلى ٢٥٠°م على ١٠°م/ق وبروفيل كامل لحمض البيوتريك (ك٤:صفر) إلى حمض البيهنيك (ك٢٢:صفر) يمكن عمله فى ٣٠ق.

وكمثل كل أعمال الكروماتوجرافيا ربما لزم عمل عوامل تصحيح لتحديد الإستجابة وهذا مهم جداً إذا كان توزيع طول السلسلة أوسع من ك١٤ إلى ك٢٠. ومحدد لهب التأين flame ionization detector يستجيب إلى الكربون غير المؤكسد فى علاقة مستقيمة. ولكن ذرة كربون الكربوكسيل تتأكسد ولاتستجيب ؛ وعلى ذلك فحمض الفورميك لايستجيب وحمض الخليك يستجيب لذرة كربون واحدة وهكذا. وحيث أنه يستخدم معيار داخلى فى هذه الطريقة فإنه من البسيط تحديد إستجابة عوامل للأحماض الدهنية الحرة التى لها علاقة بهذا المعيار.

تحليل مشتقات الأحماض الدهنية الحرة

طرق

هناك مشاكل فى قياس ح د ح بواسطة كروماتوجرافيا غاز-سائل (ك غ س GLC) ومن المستحسن عمل مشتقات من ح د ح وهنا يجب استخدام معايير داخلية من ك١٧:صفر وعوامل إستجابة نسبية. وهناك طريقتان أسترات ميثيلة لـ ح د ح أو ايثيرات سيليل silyl ethers لـ ح د ح.

وفى حالة مشتقات ح د ح لابد وأن يعتبر الشخص إذا كانت ستحلل حرة (معزولة) أو فى وجود أقسام أخرى من الليبيدات مثل الجليسريدات الثلاثية والجليسريدات الجزئية. وإذا كانت جليسريدات ثلاثية متطايرة ذات سلسلة قصيرة مثل الزبد فإنه من المستحسن عدم وجود أى خطوة تركيز وأحسن مادة تفاعل هى ثنائى أزوميثان diazo methane ولكن يلاحظ أنه سام جداً ومعرض للإنفجار.

واستخدامه سهل ولكن قبل التحليل ربما إحتاج الأمر إلى هدم جزء من مادة التفاعل بإضافة بعض نقاط من ١٠٪ حمض فورميك فى الميثانول وكذلك يترك مع المخلوط السائل لمدة طويلة وإلا تم الحصول على نتائج عالية ويوصى أن يكون أقصى مدة لعمل المشتقات مع ثنائى الأزوميثان هو ٥ق.

وتحضير الأسترات الميثيلية سيعطى بيانات كمية جيدة عن جزء ح د ح من الدهن فقط ولكن إذا حضرت إيثيرات السيلايل وكل الدهن تم كروماتوجرافيته بواسطة ك غ س فإن معلوات عن الدهن الكامل يتم الحصول عليها.

أسترات الميثيل من خلال ثنائى أزوميثان: كمية مناسبة (حتى ٥٠مجم) تحتوى ح د ح معزولة تذاب فى ثانى إيثيل ايثير diethyl ether (٢ مل) تحتوى بضع قطرات من الميثانول ويحضر محلول ثنائى أزوميثان فى محلول ثانى إيثايل ايثير مع عمل كل شىء فى دولاب الغازات ويضاف كمية كافية من محلول ثنائى أزوميثان إلى العينة لترك زيادة طفيفة تظهر بلون أصفر فاتح. ويترك المخلوط لمدة لاتزيد عن ٥ق ويضاف بضع نقاط من حمض الفورميك (١٠٪) لإزالة الزيادة. وهذا المحلول معد للتحليل بدون تركيز ونوع عمود ك غ س المستخدم هو ٣٠متر × ٠,٥٣مم قطر داخلى (ق د) سليكا مندمجة fused مع ١ متر × ٠,٥٣مم ق د فجوة إحتفاظ retention gap من سيليكا مندمجة مسلكنة silanized fused silica وطور قطبى لـ ح د ح مربوطة bonded FFAP على فلم سماكته ١,٠ ميكرومتر يعتبر مناسباً. وتحقق العينة مستخدمين

طريقة العمود وليس الحقن المنشق on-column technique & not split injection. والغاز الحامل هو الهيليوم على حتى ٢٠مل/ق. ودرجة الحرارة الأصلية تتوقف على نوع العينة ولكنها عادة ٨٠°م لمدة ٥ق ثم تبرمج درجة الحرارة إلى ٢٠٠°م على ١٠°م/ق. وترتيب التمليز وبروفيله يكون لها ميزة أن عرض القمة ووقت الإحتفاظ يكون أقل.

أحسن مواد تفاعل لعمل مشتقات الدهون هى بيس ثلاثي ميثايل سيلايل أسيتامايد ب م أ bis-trimethyl silyl acetamide BSA وثلاثي ميثايل سيلايل أميدازول ث م س أ trimethyl silyl imidazole TMSI والأخير هو مادة التفاعل الأقوى خاصة عندما تكون الجليسريدات الثنائية (ج.ثنا) والأحادية (ج.أ) موجودة. والإشتقاق يمكن أن يتم فى مادة التفاعل أو فى محلول من كل الدهن غير المفصول فى كلوروفورم أو تتراهيدرو فيوران (١٠مجم/مل). وأثناء الطريقة فإن المحلول غير المائى يجب تدفئته على ٢٠°م لمدة ٥ق فى قنينة مقفلة vial. وإضافة ١٪ بيريدين قد تساعد على حفز التفاعل وفى هذا التفاعل كل الايدروكسيلات الحرة والكربوكسيل يحدث لها إشتقاق. وعادة فإن زيادة حجم ١٠٪ من مادة التفاعل على الدهن تكون كافية حيث مستوى ح د ح والجليسريدات الجزئية لاتكون عالية بدرجة غير عادية. وأقل مستوى لمادة التفاعل يكون حتى ٥٠ - ١٠٠مرة زيادة جزئية molar excess أكثر من كل الايدروكسيلات والكربوكسيلات الحرة. والمحلول الناتج ثابت لمدة حتى ٥ ساعات إذا تم التحفظ عليه فى صورة غير مائية فى قنينة مقفلة (وبعد هذه المدة يتم التخلص منه). والمحلول يجب حقنه مباشرة فى العمود on column وليس بطريقة المنشق not via a split technique.

ولكروماتوجرافيا غاز سائل (ك غ س) أستخدم عمود من السليكا المندمجة fused silica ٠,٥٣مم ق د × ٧ - ١٠ متر فى الطول مع طور مربوط bonded من OV1 أو OV101 (أو مكافئه) لفلم سماكته ٠,١ - ٠,٢ ميكرومتر. و ١,٠متر طول من سيليكا مندمجة سيلانايزد (مسلكنة) silanized, blank fused silica يجب أن يهيىء كفجوة إحتفاظ retention gap. وينساب الغاز الحامل هيليوم بمعدل ينعقد حاليا على حوالى ٣٠مل/ق ، درجة حرارة إبتداء من ٥٠°م يحتفظ بها لمدة ٥ق ثم تبرمج درجة الحرارة ٥°م/ق حتى ٣٢٠°م فى منحدر أحادى single ramp. وترتيب التمليز elution : الأحماض الدهنية، ج.أ، ج.ثنا و ج.ثلا تبعاً للأوزان الجزيئية. وفى بعض الدهون فإن مستوى الستيرولات جوهرى وايثيرات ثلاثي ميثايل سيليل OTMSللاسيترولات تظهر على الكروماتوجرام.

استرات الميثايل للأحماض الدهنية من الجليسريدات الثلاثية

هناك عدد من الطرق استخدمت لتحضير استرات ميثيل الأحماض الدهنية (أ.م.أ.د FAMEs) من الجليسريدات الثلاثية لإمكان تحليلها بواسطة ك.غ.س وطريقة ثالث فلوريد البورون/ميثانول boron trifluoride/methanol تستخدم كثيراً (ج ح ك ر AOAC - ٢٨: ٠٥٧) ومادة التفاعل

reagent سامة وغير ثابتة أثناء التخزين وقد وجد أنها تميل إلى تكوين مواد من بعض الأحماض الدهنية المؤكسجنة oxygenated والحلقية cyclic وبعض الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع.

وطريقة إنتقال الميثايل trans methylaltion technique مفيدة جداً ولكنها لاتنتج أ م أ د FAMEs فقط من استرات جليسريدات ولكن ليس من أى ح د ح. ومن المهم أيضاً أن تكون مادة التفاعل reagent ومحلول الدهن غير مائيين وإلا فإن كميات جوهرية (وحتى كبيرة) من ح د ح يمكن أن تنتج. ومن هذه المجموعة ٠,٥ جزيئى M ميثوكسيد الصوديوم/ميثانول تستخدم بكثرة. وهذا الكاشف reagent خطر نسبياً فى تحضيره وفى التخلص منه. والكاشف ايدروكسيد البوتاسيوم اللامائى/ميثانول (٠,٢ جزيئى M) ربما كان مفضلاً ولكن يجب الإحتفاظ به جافاً. ويجب ملاحظة أنه إذا كان هناك أحماض دهنية غير مشبعة conjugated متقارنة موجودة فقد تكون غير ثابتة فى الكاشف القلوى. ويحتاج الأمر إلى أوقات تفاعل قصيرة (١٥ ق) وهذه الكواشف reagents يجب أن تحفظ فى زجاجات لها سدادات من عديد الكربونات polycarbamate لأن السدادات الزجاجية ستلتحم بالزجاجة.

ولعينة حتى ٥مجم فى ٣ - ٥ مل من الكاشف (مع ١,٠ مل توليوين كمذيب) وتسخن حتى ٥٠°م فإن وقت التفاعل عادة ١٥ق. وفى نهاية التفاعل يسمح للعينة بأن تبرد ويضاف ٥ مل حمض خليك (٥٪) بعناية ثم يضاف بعدها حتى ١٠مل هكسان (ويتوقف ذلك على حجم العينة) بحيث يصبح تركيز الأستر حوالى ٥مجم / مل (صالح للعينة مباشرة على ك غ س) وهذا المخلوط يحتاج إلى أن يهز جيداً ويسمح له بالإنفصال. وتزال الطبقة السفلى بالسفط aspiration وتستبعد ويضاف ٥ مل ماء ويهز ويفصل مرة أخرى. ثم تنقل معظم الطبقة العليا إلى قنينة vial تحتوى ٢جم كبريتات الصوديوم اللامائية التى تجفف المحلول وتجعله جاهزاً لـ ك غ س. ولايحتاج الأمر إلى خطوة تركيز.

وكواشف الممثلة الحمضية acid metholysis reagents يمكن أن تمثل methylate معظم أقسام الدهن منها ح د ح فهى تعطى أوقات تفاعل طويلة ولكن أوقات معاملة قصيرة ومعنى ذلك أن التقنيين لن يكونوا مرتبطين مع تقنية واحدة لمدد طويلة. ولما كانت الكواشف reagents حامضية فهى غير مناسبة للعينات التى تحتوى أحماضاً دهنية أيبوكسيدية أو أى أحماض دهنية غير ثابتة للأحماض acid-labile. ومن المناسب حمض كلوروديك غير مائى/ميثانول (٥٪ أو مشبع) مناسب وهذا ينتج كلوريد الميثايل أثناء التخزين ويمكن تحضيره بإمرار غاز كلوريد الايدروجين فى ميثانول غير مائى فإن هذا خطر. وبالتبادل فإن كلوريد الخلات acetyl chloride (٥ مل) يمكن أن يضاف (٥°م) بارداً إلى الميثانول غير المائى (٤٥٠ مل) وخلات الميثايل هى ناتج ثانوى.

حمض الكبريتيك/ميثانول مع توليوين كمذيب (١: ١٠: ٢٠) بالحجم لحامض الكبريتيك/توليوين/ ميثانول هو كاشف مستخدم فهو يعمل بسهولة وأمان وثابت على درجة حرارة الغرفة لمدد طويلة

وسهل الإستخدام. وعند عمل الكاشف فإن حمض الكبريتيك يضاف إلى الميثانول البارد والمقلب ثم يضاف التولوين مع الخلط الشديد vigorous ويحتفظ بالمحلول فى زجاجات بنية مسدودة. ويجب أن يحتفظ به جافاً ويجب لبس قفازات وشىء على الوجه أثناء الخلط فى الحمض. وعند الإستخدام ٥مل من الكاشف تضاف إلى حتى ٥٠مجم من العينة والتى تُجْزَر/ترجع refluxed لمدة ٦٠ق فى أنبوبة ثم تخفف بـ ٥مل ماء ويضاف حجم من الهكسان لإعطاء تركيز تقريبى من ٥ مجم/مل من العينة والجميع تهز جيداً. وبالفصل فإن الطبقة العليا تنقل إلى قنينة تحتوى ٢جم كبريتات صوديوم غير مائية وهذا المحلول يصلح للتحليل بواسطة ك غ س فإذا وجدت أحماض دهنية قصيرة (<ك١٠) فإن التولوين قد يتدخل مع ك غ س وفى هذه الحالة فإن كاشفاً محضراً من غير التولوين المذيب يجب أن يستعمل ولكن يلاحظ أن ترجيعاً/جَزْراً reflux ممتداً (٩٠ ق) قد يحتاج إليه الأمر إلا إذا ذاب الدهن بسرعة.

الطرق الكروماتوجرافية

كروماتوجرافيا الطبقة الرقيقة (ك ط ر)

ح د ح يمكن فصلها بسهولة من أقسام الليبيدات الأخرى على ألــواح حمض السيليسيك ك ط ر silicic acid TLC plates وهذه التقنية ممتازة لتحضير العمل. فالأطباق المغطاه بكيسلجيل Kieselgel و"جى" أو بدون "اتش" رابط كبريتات الكالسيوم يمكن إستخدامها والعينة يمكن أن تبقع spotted فى حارات lanes أو فى العمل التحضيرى تطبق كعلامة streak مستمرة ١سم أعلا من قاع اللوح. ولتحسين الفصل فإن مساحة العينة يجب أن "تبؤر" قبل الكروماتوجرافيا الرئيسية. والتأبير focusing يحقق بتطوير develop اللوح إلى قبل خط العينة مباشرة مرتين فى مذيب من ثانى إيثايل الإيثير مع تجفيفه هوائياً بين كل تطوير تأبيرى. ثم يطور develop فى المذيب الأصلى وهو ل ح د ح يكون مخلوطاً من ثانى إيثايل الإيثير/بترول خفيف ٤٠° – ٦٠° (أو هكسان) مع حمض فورميك (النسب ١٨ : ٨٢: ١ بالحجم) وبعد التطوير إلى ١سم من قمة اللوح يجفف هوائياً ويرش خفيفاً بمحلول ميثيلى لثنائى كلوروفلوربسين (٠,١٪) dichlorofluoroscein وبعد التجفيف فإن اللوح يرى تحت ضوء فوق بنفسجى (٢٥٤ – ٣٢٠ نانومتر) والليبيد يستشع fluerescе فى هذه الحالة. و ح د ح تقع مابين ج.ثلا و ج.ثنا وتكون قيمة رر R_f حوالى ٠,٦ وإذا كان هناك أى إرتباك/تشويش حول مكان ح د ح فإن معايراً standard يمكن أن يجرى ١سم بجانب اللوح. فسنجد أن عينات تحتوى ح د ح ذات مدى متسع من طول السلسلة (ك٤ – ك٢٠ مثلاً) يعطى حزمة عريضة أو حتى حزماً مزدوجة. و ح د ح ذات السلسلة الطويلة أقل قطبية عن ح د ح قصيرة السلسلة ولذا فإنها تجرى أعلا قليلاً فى اللوح. والحزمة يمكن تعليمها وتكشط فى مرشح لقرص زجاج ملبد sintered-glass disc filter stick وتملز بواسطة ثنائى إيثيل ايثير. والتركيز الحذر يعطى ح د ح جافة. وإذا كان من المتوقع وجود أجزاء صغيرة أو متطايرة فإنه يمكن أن تثبت قبل

التركيز بإضافة كمية معروفة صغيرة من ١٠٪ أيدروكسيد بوتاسيوم فى ميثانول (كاف ليكون أملاحاً) (وهذا نافع جداً مع العينات المشعة). وبعد التركيز فإن الأملاح تذاب فى حجم صغير من ١ : ١ ثانى إيثايل إيثير : ميثانول يحتوى حمض فورميك كاف لتكوين الأحماض مرة ثانية قبل المماثلة methylation.

كروماتوجرافيا عالية الإداء السائلة (ك ع أ س)
high performance liquid chromatography (HPLC)

يوصى بأن ح د ح تحلل بواسطة ك غ س ولكن قد يحتاج الأمر إلى إستخدام ك ع أ س وهذه التقنية تعانى من نقص أى ملون chromatophore فى ح د ح بما معناه أن التحديد صعب. وللتغلب على هذه المشكلة فإن معظم المشتغلين يستخدمون مشتقات ح د ح والتى تعطى ملونا يمتص الأشعة فوق البنفسجية (أ ف ب) UV وقد أستخدم مدى من المشتقات ولكن لتحديد أ ف ب فإن الناجح كان استر فينايل اسايال phenyl ester ومشتق الدانسايل بيبرازايد piperazide dansyl استخدم بنجاح فى التحديد الإستشعاعي.

ولهؤلاء الذين يريدون استخدام مشتق استر الفينيل اسايال فإن طرق بورك ١٩٧٥ Borch 1975 وبعد ذلك وود و لى ١٩٨٣ Wood & Lee 1983 يجب إستخدامها لعمل المشتق وظروف الكروماتوجرافيا تتضمن عموداً ٢٥سم × ٤ مم مرصوصاً و ك١٨ C_{18} مواد ذات طور عكسى ذات حجم جسيم ٥ ميكرومتر . وإنسياب المذيب على ٢,٠ مل/ق مع مذيب أسيتونيترايل : ماء (٨٠ : ٢٠ حجم/حجم) water : acetonitrile يجرى isocratically أثناء الـ ٣٠ ق الأولى. وبعد هذا الوقت فإن المذيب يبرمج مستقيماً إلى ٨٥: ١٥ (حجم/حجم) على ١٥ق أخرى. وهناك تكوين فى القمم متداخل. ومن الضرورى أن مواداً معايرة تجرى كروماتوجرافيا لتحديد أوقات وسلوك الإحتفاظ فمثلاً حمض الميريستيك (ك١٤:صفر) له وقت تمليز حوالى ١٦ق فى حين أن حمض الأراكيدونيك (ك٢٠:٤) له وقت تمليز حوالى ١٨ق. وحمض الستياريك (ك١٨: صفر) له وقت تمليز ٥٠ق.

كروماتوجرافيا غاز سائل (ك غ س)
gas-liquid chromatography (GLC)

من أجل ح د ح مؤسترة فإن أعمدة مرصوصة بأى من ٢مم أو ٤مم ق د فى حوالى ٢ متر طول تستخدم مع غاز حامل نتروجين على ٣٠ مل/ق لعمود ٢مم و٦٠مل/ق لعمود ٤مم. ورص العمود هو طور من ١٠٪ س ب ٢٣٣٠ SP2330 على ١٢٠/١٠٠ ميش mesh سوبيل كوبورت supelcoport يعمل على خط تساوى درجة الحرارة isothermally على ١٨٠°م أو مبرمج من ٥٠°م حتى ٢٠٠°م على ٥°م/ق بعد ٥ق إمساك hold. ومحلول العينة يحقن مباشرة على العمود فى مساحة حقن مسخنة متساوية درجة الحرارة isothermally على ٢٠٠°م.

تحديد الأحماض الدهنية الترانس
determination of trans fatty acids

الـ ح د ح المعزولة ذات الروابط المزدوجة ترانس المتقارنة بمجموعات ميثيلين -methylene

interrupted تعطى حزمة أشعة تحت حمراء (أ ح IR) تمتص على ٩٦٧سم⁻¹. وهذا الإمتصاص يمكن أن يستخدم لتقدير محتوى الترانس في الدهون الماكلة. و ج ح ك ر AOAC نشرت طريقة ج ح ك ر ٢٨: ٠٥٢ - ٢٨: ٠٦٧من أجل قيمة الترانس (ت ف TV) وأساساً فإن ق ت التي قيست على الجليسريدات الثلاثية كانت القيم المتحصل عليها بمقدار وحدتين أعلا من لو أن العينة قيست كاسترات الميثايل. وهذه المشكلة أسوأ لعينات محتواها من الترانس أقل من ١٥٪. ومشكلة أخرى تقابل أساساً في الدهون المتشابهة isomerized أو المؤكسدة من أى الأنواع المتقارنة conjugated تظهر امتصاصاً قوياً بالقرب من رابطة ترانس المعزولة. وهذه تتدخل مع التحديد الصحيح لخط الأساس correct allocation of baseline. وهناك طريقة تقيس ق ت على الجليسريد الثلاثي ولكن يوصى بالتحويل إلى أسترات الميثايل لقيم أقل من ٥٪ ترانس. والقيم يعبر عنها بنسب مئوية لثلاثي الاليدين trielaidin مقارنة بمنحنى قياسي لثلاثي الاليدين في ثلاثي الستيارين tristearin. ويحدث إرتباك في التأويل عندما تكون هناك مكونات موجودة والتي تظهر إمتصاصها في منطقة ٩٧٠سم⁻¹. ويحتاج الأمر إلى ثلاثي الاليدين وثلاثي الستيارين النقيين (٩٩٪) كمقياس ومرجع. ويحتاج الأمر أيضاً إلى مطياف أ ح مزدوج الاشعاع مسجل recording double-beam IR spectrometer مناسب لتقدير الكمية بين ١١٠٠ - ٩٠٠ سم⁻¹ وزوج مقارن من مزكن/كُفيت matched pair cuvettes لها مسار path طول ١مم (إنحراف <١٪ path length) مع نوافذ من كلوريد الصوديوم أو بروميد البوتاسيوم. والمذيب هو ثاني كبريتيد الكربون carbon disulphide والمحاليل والمقاسات كلها على ٢٠°م. والمذيب سام ولذا فإن كل التحضيرات للمحاليل المفتوحة يجب أن تكون في دولاب الغازات ويجب لبس قفازات مقاومة للمذيب.

طريقة تقدير قيمة ترانس بواسطة مطياف أ ح
method: determination of Trans value by IR spectroscopy

١- يضبط المطياف ليسجل في المدى من ١٠٥٠ - ٩٠٠ سم⁻¹ مع فتحة ضيقة/شق ضيق وتسجيل بطيء.

٢- تحضير المحاليل تبعاً لجدول (٣) وتعمل إلى ١٠مل بالضبط في أوعية حجمية.

٣- تملأ الكفت cuvette بالمحلول ١ وتوضع في الشعاع المرجع وتسجل الإمتصاصية absorbance للمحلول الآخر ضد هذا.

٤- لكل سجل طيفي spectral يرسم خط مستقيم يربط الأقل minimum عند ١٠٠٠ سم⁻¹ و ٩٢٥سم⁻¹ وتحسب الإمتصاصية عند القمة. وإذا كانت النفاذية تسجل فإن الإمتصاصية تحسب من معادلة الإمتصاصية $A = \log_{10} (BD/BC)$

م = لو١٠ (ب.ن م) ÷ (ن م.ق)

حيث: ب = صفر/∞ نقطة المخطط chart point

ن م = نقطة المركز في خط الأساس baseline

ق = هي القمة peak apex

٥- ويعمل خط المعايرة calibration line ويجب أن يكون مستقيماً.

٦- وإذا لزم الأمر فإن كل العينات تُسَيَّل وتجنس والمحاليل فى ثانى كبريتيد ٢٠٠مجم (إلى أقرب ٠,١مجم) وتعمل لـ ١٠ مل فى أوعية حجمية وتكمل للعلامة.

٧- كل محاليل العينات تقرأ ضد محلول ١ المرجع (ثلاثى الستيارين) ويعمل خط الأساس والقمم تقاس.

٨- والقيم (مكافئة لثلاثى الاليدين) للعينات تقرأ من على خط (قياسى) الأساس وتحسب نسبة الترانس المئوية من وزن العينة.

٩- وإذا كان تدخل جوهرى فى عمل خط الأساس فإن العينات يجب تحول إلى استر الميثايل. وهذا يجب عمله كلما كانت قيمة ق ت أقل من ٥٪. وفى هذه الطريقة المعيار هو ميثيل إليدات methyl elaidate والمرجع يصبح ميثايل أستيارات وبقية الطريقة تبقى كما هى.

جدول (٣): محاليل المعايرة calibration فى مطياف أ ح.

	المحاليل				
	١	٢	٣	٤	٥
ثلاثى الستيارين مجم[أ]	٢٠٠	١٧٥	١٥٠	١٠٠	٥٠
ثلاثى الاليدين مجم[أ]	صفر	٢٥	٥٠	١٠٠	١٥٠

أ : الوزن إلى أقرب ٠,١ مجم.

◈ الأهمية الصحية health importance

• أهمية الأحماض الدهنية ومرض القلب التاجى (م ق ت) dietary fatty acids and coronary heart disease (CHA)

مما يسهم فى الخثر thrombosis هو تجمع الصفيحات platelet. وميل الصفيحات للتجمع يتأثر بالفعل المضاد لكل من بروستاسيكلين (بو س٢) prostacyclin ((GI_2)) والثرومبوكسان أ٢ (ثر أ٢) thromboxane A_2 (TxA_2). وهاتان المادتان من أيضات حمض الأراكيدونيك والذى يأتى من حمض اللينوليك فى الغذاء والأحماض الدهنية غير المشبعة (ح د غ PUFs) تؤثر على نسبتهما.

• كوليسترول البلازما وخطر م ق ت

يوجد علامات أن علو كوليسترول البلازما مرتبط بـ م ق ت خاصة تركيزات الليبوبروتينات وبالأخص ل.خ.ك وإلى حد ما ل.ك.خ.ج.

وفى الحيوانات فإن الأغذية عالية الدهن والتى تحتوى على نسبة عالية من ح د غ ش ينتج عنها تركيزات كوليسترول منخفضة فى البلازما مقارنة بغذاء مماثل غنى فى ح د ش. وإحلال ح د غ ش محل ح د ش يؤدى إلى إنخفاض مستويات الكوليسترول فى البلازما.

والأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع (ح د غ ش) تختلف فى تأثيرها على ليبيدات البلازما ويتوقف ذلك على أصلها فالتى من عائلة ن-٦ وتأتى من النباتات تخفض من مستويات الكوليسترول لأنها تحافظ على تركيزات منخفضة من ل خ ك و ل خ ك-كوليسترول وتأثيرها بسيط

علـى ل ك خ ج وهـو أهـم أسـاس للجليسـريدات الثلاثية فى النقل فى البلازما. وفـى الإنسان فــإن ن-٦ أحماض دهنية تحافظ على تركيزات منخفضة لـــــ ل خ ك و ل ك خ ج ، ل ك ع-كوليســـــترول. وبالعكس فإن ح د غ من عائلـة ن-٣ وتوجـد فـى الزيوت البحرية فهى تنتج جليسريدات ثلاثية قليلة لأنها تحافظ على تركيزات منخفضة لــــ ل ك خ ج و ل ك خ ج-جليسريدات ثلاثيـة وهـذا يعزى إلى تقليـل تخليـق الجليسـريدات الثلاثيـة فــى الكبـد وعموماً فإن مستويات ل ك ع فى البلازما و ل ك ع-كوليسـترول البلازمـا عمومـاً لاتتـــأثر بالأحمـــاض الدهنيـة ن-٣ والزيـوت البحريـة الغنيـة فـى عائلـة الأحمـاض الدهنيـة ن-٣ فـهى إلى حـد مـاتنتج كوليسترول أقل وربما عاد ذلك إلى أن معظـــــم ل خ ك-أبوليبوبروتين (ابو)ب فى البلازما يأتى من ابو ل ك خ ج ب وأن إنخفاضاً فى الأخير يـؤدى إلى إنخفاض فى تركيزات ل خ ك.

الخَثَر ودهن الغذاء
thrombosis and dietary fat

يتكـون الخثر من إرتباط بين تفاعلات الصحيفـات platelet وتجلـط الـدم وكلاهمـا تنظمـه جـــدر الأوعية. وحمض الأراكيدونيك (ك٢٠:٤ ن-٦) ويـأتى من حمض اللينولييك فى الأنسجة ويتحول بالإنزيم سيكلوأكسـيجيناز cyclooxygenase إلى ثــر أ٢ الـذى يسـاعد علـى تجمـع الصحيفـات platelet-aggregating ويعمــــل علـــى تضييـــــق الأوعية vasoconstictings وإلى تكوين بو س٢ الذى يعمل علـى عكـس تجمـع الصحيفــــات anti-platelet-aggregating وتوسـيع الأوعيـة vasodiloting.

وأيـض حمـض الأراكيدونيـك يـؤدى إلى إنتـاج بروستاجلاندينات مـن نـوع السلسـلة "٢" وحمـض ثنائى هومو جاما لينولينيك يؤدى إلى سلسلة "١" من البروستاجلاندينات وهذه لها تأثير مضاد لتجمع الصحيفات platelets. وحمض الأيكوسابنتاانوبك (أب) EPA (ك٢٠:٥ ن – ٣) ويـأتى مــن حمــص الفاليفولينك فى الغذاء يوجد أيضاً بكميات كبيرة فـــى الزيـــوت النباتيـــة ويـــؤدى إلى إنتـــاج بروستاجلاندينات أقل تأثيراً من سلسلة"٣" (ثر أ٣، بو س٣).

وحمـض اللينولييـك فـــى الغــذاء يدخــل فـــى فوسفوليبيدات الأغشية فى الصحيفات بدون تغيير نسبة حمض الأراكيدونيك وبـالمثل فـإن إدخـال حمض الداى هومو-جامالينولينيك لايـؤدى إلى تكوين بو س١.

وحمض اللينولينيك فى الغذاء له تأثير بسيط على مستويات أ ب فى الأغشية. وقد لوحظ إرتفاع نسبة مسـتويات أ ب فـى ليبوبروتينـات البلازمـا وأغشـية الصحيفات فى اسـكيمو جرينلانـد Greenland Eskimos والذى غذاؤهم يحتوى علـى كميـات كبيرة من أحماض دهنية ن-٣ وهـذا يـؤدى إلى طول مدة الإدماء prolonged bleeding time ونقص مدة تجمـع الصحيفـات النـاتج عـن زيـادة مستوى أ ب فـى فوسـفوليبيدات الصحيفات وقـد أقترح أن هذا من أسباب نقص نسبة م ق ت فـى هذه المجموعة. وتحت ظروف التجـارب فإن وقـت الإدماء يمكـن أن يطال وتفاعل الصحيفات ينقص

بإضافة الزيوت البحرية الغنية فى أ ب للغذاء. وهذه التأثيرات لايعتقد أنها راجعة إلى تكوين بروستاجلاندينات من سلسلة "٣" ولكن إلى نقص فى إنتاج ثر أ٢ مغيرة نسبة ثر أ٢: بو س٢ فى تفضيل نقص تجمع الصحيفات وزيادة إنقباض الأوعية. ووجود كميات كبيرة نسبياً من أ ب فى الصحيفات أو جدر الأوعية يقترح أنه يعمل كمثبط لإنزيم السيلكو أوكسيجيناز cyclooxygenase بخفض تركيز مادة تفاعله.

الأحماض الدهنية ترانس

فى إنتاج المرجرين فإن الهدرجة تؤدى إلى تكون أحماض ترانس وهذه ليبيدات ليس لها تأثير بالتركيزات الموجودة فى أغذية الإنسان ولكن فى وجودها بتركيزات كبيرة فإنها تثبط الديساتيورازات desaturases وتتدخل فى أيض ح د أ. وعموماً فإن أحماض دهنية ترانس تسلك مسلك ح د ش وإن كان قد أظهر أنها لها تأثيراً ضد الخثر antithrombic مماثل للأحماض الدهنية غير المشبعة سيس وهى لاتعمل كـ ح د أ ولكن يمكن أكسدتها لإنتاج طاقة.

التأثير الضار لبعض الأحماض الدهنية غير المشبعة

كميات كبيرة من حمض الإروسيك (ك٢٢:١) توجد فى زيت السلجم وتتجمع فى خلايا عضلة القلب myocardial لأنها تؤكسد أبطأ عن بقية الأحماض الدهنية. ولكن الأنواع الجديدة من السلجم تحتوى على ٢٪ فقط من الأحماض الدهنية. وحمض السيتوليك (ك٢٢:١ ن-١١) مشابه isomer لحمض الإروسيك ويوجد بنسبة عالية (١٠٪) فى بعض زيوت السمك وهو قليل الإمتصاص فى الإنسان ومن غير المحتمل أن يكون فى ضاراً به. وينصح بأن يأخذ الإنسان حتى ١٠٪ من الطاقة من ح د غ. وتأثير ح د غ فى تقليل نسب الدهن مثلها مثل الغذاء منخفض الدهن وهى (ح د غ) تقاوم التأثيرات غير المرغوبة لغذاء غنى فى ح د ش وهناك ميل لإعطاء نصيحة بأخذ دهن أقل وإدخال زيوت السمك ذات نسبة ش: غ (مشبع : غير مشبع) مرغوب فى الغذاء والمرجو من صناعة الأغذية أكثر من الشخص الفردى تحقيق ذلك.

(Macrae)

دورة الأحماض الكربوكسيلية الثلاثية
tricarboxylic acid cycle

إن دورة الأحماض الكربوكسيلية الثلاثية هى الطريق العام لأكسدة السكريات والأحماض الدهنية والأحماض الأمينية وهى المغذيات التى تعطى الطاقة فى الجسم. وهى الطريق الرئيسى لتحويل المتوسطات الأيضية. والتأثير الكلى لدورة الأحماض الكربوكسيلية الثلاثية (ح.ك.ثلا) هى أكسدة مجموعة خلات ك يد٣ ك أ إلى جزئين من ثانى أكسيد الكربون (ك أ٢) مع إعطاء ثلاثة جزيئات من نيكوتيناميد أدينين ثنائى النيوكليوتيد (مختزل) (نك.أ.ثنا.نو.يد) NADH وجزىء واحد من فلافين أدينين ثنائى النيوكليوتيد (مختزل) (فلا.أ.ثنا.نو.يد٢) $FADH_2$ وجزىء واحد من ثلاثى فوسفات الجوانيسين (ثلا.نو.جو) GTP؛ و نك.أ.ثنا.نو.يد ، فلا.أ.ثنا.نو.يد٢ تتأكسد بعد ذلك فى سلسلة نقل الاليكترون وبعض الطاقة المطلقة

توجد فـي أدينوسين ثلاثـي الفوسفات (أ.ثـلا.ف ATP).

والعملية التـي يتـم بـها نقـل الاليكترونـات خـلال حوامل متتابعة متناقصة جهد الأكسدة والإختـزال (أكســــدة) ينتـــج عنـــها (بواســـطة الفســـفرة phosphorylation) توليـد أ.ثـلا.ف ATP مـــن أدينوســين ثنــائى الفوســفات (ا.ثنـــا.ف) ADP وفوسـفور غـير عضـوى تُعْـرَف بإسـم الأكسـدة الفوســفورية. وهـــذا يحـــدث فـــى ســـبحيات الخلايـــا اليوكاريوتيـــة mitochondria (ذات الأغشية)/سوية النواة eukaryotic cells وكثـير مـن العوامـل المرتبطـة فـى ح.ك.ثـلا والأكسـدة الفوسفورية هـى فيتامينات وكثـير مـن الكيماويـات تثبـــط ح.ك.ثــــلا أو الأكســــدة الفوســــفورية فـالفلوروخلات fluoroacetate يثبـــط ح.ك.ثـــلا وكثير من الكيماويات فـى مبيدات الآفـات تثبـط الأكسدة الفوسفورية.

والإسـم دورة الأحمـــاض الكربوكســيلية الثلاثيـــة ح.ك.ثلا يأتى من أن كثيراً من المتوسطات هـى مركبات تحتوى ثلاث مجموعات كربوكســـــــــل (-ك أأيد) ومن بينها حمض السيتريك. وفـى الواقـع فإن سير هانس كربس Sir Hans Krebs الذى أكتشـف الـــدورة ١٩٣٧ أسماهـــا دورة حمـــض السـيتريك ولكنـها تسـمى الآن كثـيراً دورة كربـس. والجزء التأكسدى من الأكسدة الفوسفورية يعـرف بإسم سلسلة نقل الأليكترونـات لأنـه يتضمـن نقـل الأليكترونات على طـول "سلسـلة" مـن مستقبلات الأليكترونات. وهى تعرف أيضاً بإسم سلسلة التنفس لأنها تصطاد الطاقة المطلقة أثناء التنفس.

ودورة ح.ك.ثلا تربط ذرتـى الكربـون فـى مجموعة الخـلات إلى أربـع ذرات الكربـون فـى جـزىء الأكسالوخلات oxaloacetate وتؤكسد مجموعـة الخلات إلى جزئين ثـانى أكسـيد الكربـون وتعيـد توليد الأكسالوخلات. وعلـى هـذا فـإن عديـداً مـن مجموعات الخلات يمكن أن تتأكسد بواحد جزىء مـن الأكسالوخلات. (ومـن الممكـن أن يشـار إلى الأيونات أى أكسالوخلات بـدلاً مـن الإشـارة إلى الأحماض إذ أن جميع الأنـواع تكـون متأينة علـى قيم جـهد الفسيولوجية).

والـدورة تشـمل ثلاثـة أطـوار: المدخـل وإزالـة مجموعة الكربوكسيل وإعادة التوليـــــــد entry, decarboxylation & regeneration وهنـاك ثمان خطوات محفزة بالإنزيمات.

خلات قرين إنزيم أ acetyl Co enzyme A

خلات قرين إنزيم أ ينتـج بهدم الأحماض الدهنيـة والسكريات وكثير من الأحماض الأمينيـة الموجـودة فى البروتينات وهى الشكل الذى به معظم -ولكـن ليس كل - جزيئات الوقـود التـى تدخـل الـدورة. وقريـــن أ (مختصــر قـــر أ حيـــث تمثـــل أ أســـتلة acetylatión) وهــو حــامل لمجموعـات أســايل (أحمـاض دهنيـة) بمـا فيـها مجموعـة خـلات ذات ذرتى الكربون (الصورة ١) فهى تتكون من مجموعة بيتاميركـابتوإيثيلامين β-mercaptoethylamine مرتبطة خلال مجموعة الأميد إلى الفيتامين حمض البـانتوثينيك pantothenic acid وهـذه بدورهـا مرتبطة من خلال مجموعة بيروفوسفات (٢) إلـــى ٣ فوسفوأدينوسـين. ومجموعــة الأسـايل مرتبطـة

كاستر كبريتى إلى مجموعة سلفهيدريل (-كب يد)   فى مجموعة قرين الإنزيم أ (المعادلة ١).

قرين الانزيم أ	يد كب قر أ	HS-CoA	
قر أ اسايل	ك يد٣(ك يد٢)ن ك أ كب قر أ	$CH_3(CH_2)n$ COS CoA	(١)
قر أ خلات	ك يد٣ ك أ كب قر أ	CH_3CO-S CoA	

وعندما تزال مجموعة الأسايل بالحلمأة تصبح حوالى ٣١ ك ج (كيلو جول) / جزىء متاحة الطاقة نافعة (المعادلة٢)

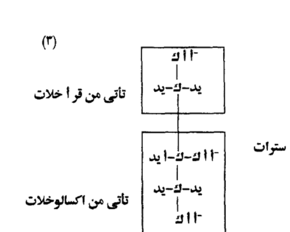
ر ك أ كب قر أ + يد٢ أ ⇋ ر-ك أ أ + قر أ + يد⁺   (٢)

Δج°′ = - ٣١ ك ج جزئ⁻¹ $\Delta G^{o\prime} = - 31\ KJ\ mol^{-1}$

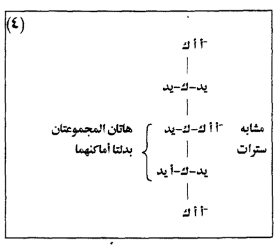
وإن كان فى معظم الوقت يحدث نقل لمجموعة أسايل بدلاً من الحلمأة.

الدخول والتشابه entry & isomerization

تدخل مجموعات الخلات إلى دورة ح.ك.ثلا بالتكثف مع اكسالوخلات لتكون سترات (المعادلة ٣) والتكثف يحفزه سينثيتاز السترات citrate synthetase والطاقة التى يمكن أن تتاح من حلمأة قر أ خلات تستخدم الآن فى ربط مجموعة الخلات بالاكسالوخلات.



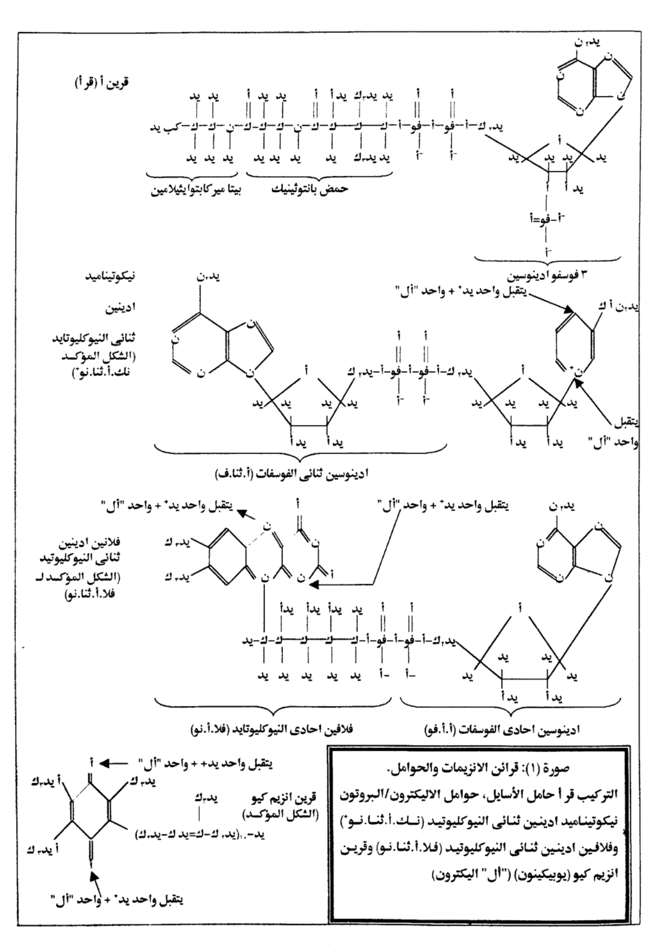
وفى الترتيب لتفاعلات قادمة فإن السترات تتشبه بواسطة أيزومارات إلى مشابه isomerized السترات (المعادلة ٤).



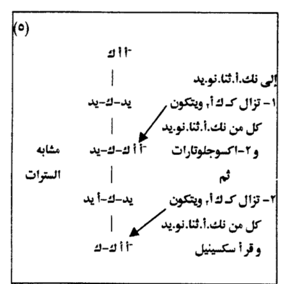
إزالة الكربوكسيل المؤكسدة

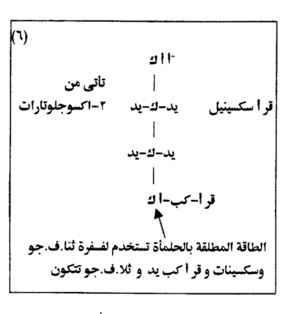
oxidative decarboxylation

يتبع ذلك اثنان من إزالة الكربوكسيل المؤكسدة غير المنعكسة irreversible (المعادلة ٥).



صورة (١): قرائن الانزيمات والحوامل.
التركيب قر أ حامل الأسايل، حوامل الاليكترون/البروتون نيكوتيناميد ادينين ثنائي النيوكليوتيد (نك.أ.ثنا.نو⁺) وفلافين ادينين ثنائي النيوكليوتيد (فلا.أ.ثنا.نو) وقرين انزيم كيو (يوبيكينون) ("أل" اليكترون)





ففـي الأولى فـإن مشـابه السـترات - ذى السـتة كربونات -يتحـول بواسطة الأكونيتاز aconitase إلى ٢ إكسـوجلوتارات (ويسـمى أيضـاً ألفاكيتوجلوتـارات) ذى الخمسـة كربونـات وهـذا يتاكسد وتزال منه مجموعة كربوكسيل إلى مشتـق قـر أ سكسـينيل ذى أربعـة ذرات كربـون. وديهيدروجيناز٢ أكسوجلوتارات والذى يحفز هذا التفاعل يحتاج إلى الثيامين (فيتامين ب١) كقريـن إنزيـم. وكـلا إزالـة الكربوكسيل يصحبها إخـتزال نيكوتينـاميد ادينـين ثنـائى النيوكليوتيـد (نك.أ.ثنا.نو).

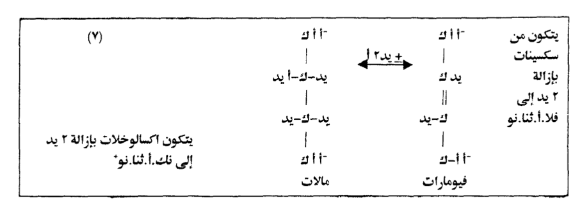
تكوين ثلاثى فوسفات الجوانيسون (ثلا.ف.جو)
formation of guanisine triphosphate (GTP)

قر أ سكسينيل يتم حلمأته بعد ذلك وبعض الطاقة المطلقـة تسـتخدم فـى فسـفرة ثنـائى فوسـفات الجوانيسون (ثنا.ف.جو ADP) لتكوين (ثلا.ف.جو) (المعادلة ٦).

وهـذا التفـاعل كمثـل لفسفرة علـى مستوى مـادة التفاعل يحفزه إنزيم قر أ سينثتاز والـ ثـلا.ف.جـو المتكـون يمكـن أن يستخدم فـى فسـفرة أ.ثنـا.ف لإنتاج أ.ثلا.ف فى تفاعل يحفزه نيوكليوسايد ثنـائى الفوسفوكيناز nucleoside diphosphokinase.

إعادة توليد الاكسالوخلات
regeneration of oxaloacetate

الخطـوات الثلاث النهائية فى الدورة تعيـد توليـد أكسالوخلات ذى الأربعة ذرات كربون (المعادلة ٧) فديهيدروجيناز السكسينات يحفز أكسدة السكسينات إلى فيومـارات مـع إختزال فلا.أ.ثنا.نو، فيومـارات يحفز حلمأة الفيومـارات إلى مـالات والتى تتأكسـد بعد ذلك مع إختزال نك.أ.ثنا.نو⁺ فـى تفاعل يحفز بواسطة ديهيدروجيناز المـالات إلى أكسـالو خلات. وبذا تتم دورة مـن الـدورات ويمكـن أن تبتـدىء دورة جيدة بعد ذلك (الصورة ٢).



قر أ خلات
قر أ كب-أ ك-يد٢ ك
قر أ
سينثاز السترات
اكسالوخلات
نك.أ.ثنا.نو.يد
مالات
سترات
أ.ثلا.ف
أ.ثنا.ف
نك.أ.ثنا.نو.يد
مشابه السترات
فيومارات
(-) (+) (-)
فلا.أ.ثنا.نو.يد٢
ديهيدروجيناز ايزوسترات
نك.أ.ثنا.نو.يد ، ك أ٢
سكسينات
(-)
٢-اكسوجلوتارات
ثلا.ف.جو : قر أ
ديهيدروجيناز ٢ أكسوجلوتارات
ك أ٢ ، نك.أ.ثنا.نو.يد
قر أ كب-أ ك-يد٢ ك
قر أ سكسينيل

صورة (٢): دورة الأحماض الكربوكسيلية

تنظيم الدورة regulation of the cycle

إن معدل دورة ح.ك.ثلا يحدده الإحتياج لـ أ.ثلا.ف فعندما يكون هناك كفاية من أ.ثلا.ف فإن الدورة تبطؤ وعندما يكون بها قليل من أ.ثلا.ف - ويكون هناك تراكم نسبى من أ.ثنا.ف أو أ.أ.فو - فإن الدورة تسرع. وهناك ثلاثة نقاط ضبط هامة فى الدورة (الصورة ٢) فأول نقطة ضبط هى الخطوة الأولى أى تكثف مجموعة خلات مع اكسالو خلات لتكون سترات، وال أ.ثلا.ف يثبط سينثتاز السترات - الإنزيم الذى يحفز هذه الخطوة. ونقطتا الضبط الأخريتان هما خطوة إزالة الكربوكسيل المؤكسدة: وكلا الديهدروجيناز يثبطه نك.أ.ثنا.نو.يد وبالجانب ديهيدروجيناز الايزوسترات يثبطه أ.ثلا.ف وينشطه أ.ثنا.ف.

دورة ح.ك.ثلا وطرق الأيض الأخرى
the TCA cycle & other metabolic pathogens

يمكن للدورة أن تغذى الطرق التخليقية البيولوجية الأخرى بمتوسطات فمثلاً تخليق الجلوكوز gluconeogenesis يستخدم مالات تنتقل من السبحيات وتتحول إلى اكسالو خلات فى السيتوزول. وتخليق الأحماض الدهنية والكوليسترول يستخدم قر أ خلات تنتقل من السبحيات كسترات ويعاد إستعادتها إلى قر أ خلات فى السيتوزول. والحمضان الأمينيان جلوتامات واسبارتات يمكن أن يخلقا بإنتقال الأمين لمتوسطى الدورة ٢-اكسوجلوتارات والاكسوخلات بالتتابع. وبالتبادل بناء على هدمهما فإنهما يغذيان الدورة (أنظر أسفل) وفى النهاية فإن تخليق البرفيرينات porphyrins (وهى توجد فى مجموعات الهيم) يستخدم قر أ سكسينات كمادة إبتداء.

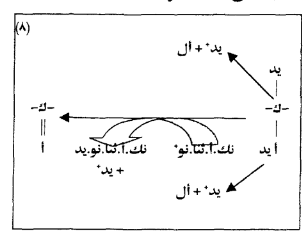
وأى متوسطات تزال من الدورة يجب إحلال محلها إذا كانت الدورة ستستمر ومتوسطات الدورة المستهلكة يحل محلها تفاعلات مالئة anaplerotic. وبذا فإن اكسالوخلات يمكن أن تخلق بكربكسلة carboxylation البيروفات. وقر أ سكسينيل يمكن أن يخلق باكسدة الأحماض الدهنية الفردية أو بتكسير الأحماض الأمينية أيزولوسين ولوسين والميثيونين. وال ٢-اكسوجلوتارات واكسالوخلات ينتجان من إزالة مجموعة الأمين من الحمضين الأمينين جلوتامات واسبارتات بالتتابع.

مستقبلا الاليكترون نك.أ.ثنا.نو⁺ و فلا.أ.ثنا.نو
the electron acceptors NAD^+ & FAD

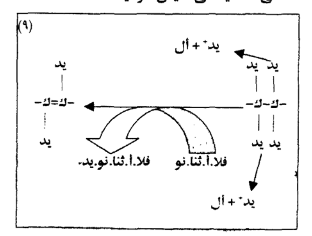
نك.أ.ثنا.نو⁺ يتكون (الصورة١) من جزىء أ.ثنا.ف يرتبط به من خلال الفوسفات النهائية جزىء ريبوز وهذا يرتبط به نيكوتيناميد nicotinamide. والنيكوتيناميد يأتى من أحد أعضاء فيتامين ب حمض النيكوتينيك. وفلافين أدينين ثنائى النيوكليوتيد (فلا.أ.ثنا.نو) (الصورة ١) يتكون من أ.ثنا.ف ويرتبط به من خلال الفوسفات النهائية ريبيتول ribitol متصلة بحلقة الفلافين. والحلقة آتية من فيتامين ب ريبوفلافين.

وكلا نك.أ.ثنا.نو⁺ و فلا.أ.ثنا.نو يستقبلان اليكترونات وبروتونات خلال إزالة الايدروجين dehydrogenation فى الدورة. و نك.أ.ثنا.نو⁺ يستقبل بروتونات واليكترونات من مجموعات ك-يد

، أ-يـد (المعادلـة ٨) وبروتونـاً واحـداً مـن مـادة التفاعل تستقبله حلقة نيكوتيناميد بينما يظهر الآخر فى المذيب وكلا الاليكترونين من مادة التفـاعل ينتهيان فى حلقة النيكوتيناميد.



وفلا.أ.ثنا.نـو يستقبل اليكترونين وبروتونيـن مـن روابـط ك-يـد المجـاورة (المعادلـة ٩) وكلتـا نك.أ.ثنا.نو.يد و فلا.أ.ثنا.نـو.يد₂ لهما قابلية كبيرة لنقـل اليكتروناتـهما إلى مركبـات أخـرى. وعندمـا تعطى نك.أ.ثنـا.نـو.يد اليكترونات للأكسجين فإن ٢٢٠ ك ج / جزىء مـن الطاقة تطلق وبعضها يظهر فـى أ.ثلا.ف. وهـذه فسفرة مؤكسـدة oxidative phosphorylation وهى المصدر الهام لـ أ.ثلا.ف فى الخلايا التى تتأيض هوائياً.



وفـى الفسـفرة المؤكسـدة فـإن ميـل إنتقـال الاليكترونات (نك أ.ثنا.نـو.يد أو فلا.أ ثنا.نـو.يد₂ تنتقل إلى ميل نقل الفوسفات إلى أ.ثلا.ف. وميل إنتقـال الفوسفات تظـهرها قيمـة "Δج°´ "ΔG°´" للحلمـأة فقيمـة مـن -٣١ إلى -٦٢ ك ج / جـزىء تظهر ميلاً قوياً لنقـل الفوسـفات إلى مركـب آخـر. وميل إنتقال الاليكترون يظهر نىصفر´ E'_0 وهو جهد الأخسدة المعاير standard redox potential فقيمة حوالى -٠,٧٠ فولت تعنـى ميلاً قوياً لأعطاء اليكترونات (وتصبح مؤكسدة).

والـ نك.أ.ثنا.نو.يد له نىصفر´ E'_0 -٠,٣٢فولـت (وتقاس الـ نى E أمام مرجع نصف خلية يحتـوى أيدروجيناً علـى ١ ضغط جوى فى تـوازن مع بروتونات علـى ١ جزىء / لتر (1 mol l^{-1}). والأكسجين له نىصفر´ E'_0 +٠,٨٢ فولت فله ميـل قـوى لتقبل الاليكترونات. ولـذا فـإن الاليكترونـات تنساب ذاتياً من نك.أ.ثنا.نو.يـد إلى الأكسـجين ("ذاتياً" تستخدم هنا فى حس الديناميكا الحرارية لتفـاعل سـيتقدم. ولكنـه لايتقـدم بمعـدل يقاس/محسوس مالم يكـن هنالك حفازاً موجـوداً): نك.أ.ثنا.نو.يـد يتأكسـد إلى نك.أ.ثنا.نو⁺ ويختـزل الأكسجين إلى ماء. والقـوة الدافعة هى الفرق فى جهد الأخسدة بين نك.أ.ثنا.نو.يد والأكسجين.

Δنىصفر´ = +٠,٨٢ - (-٠,٣٢) = ١,١٤ فولت (١٠)

$$\Delta E'_0 = +0.82 - (-0.32) = 1.14\ V$$

وهذه Δنىصفر´ متعلقة بـ Δج°´ $\Delta G^{0\prime}$ بالتعبير

Δج°´ = ن ف Δ نىصفر´ (١١)

$$\Delta G^{0\prime} = -n\ F\ \Delta E'_0$$

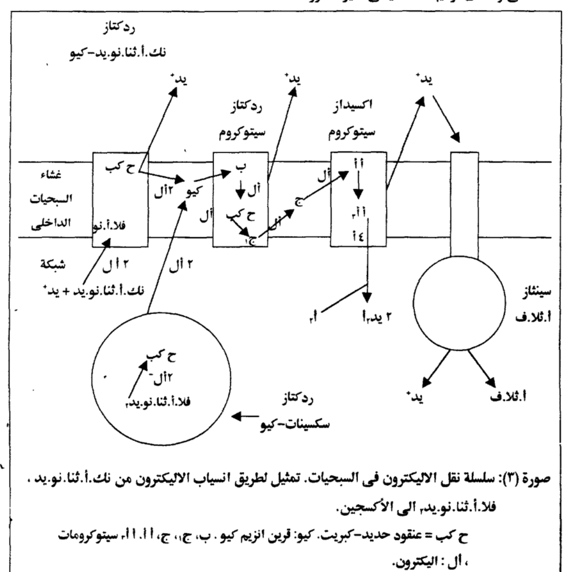
حيث ن = عدد الاليكترونات المنقولة

ف = (ثابت فاراداى) التغير فى الطاقة عندما يقع ١ جزىء من الأليكترونات خلال جهد ١,٠ فولت (وقيمته ٩٦,٤٩٤ ك ج / فولت / جزىء) ($96.494\ KJV^{-1}\ mol^{-1}$) ولزوج من الاليكترونات تم نقله من نك.أ.ثنا.نو.يد إلى الأكسجين Δج' هو - ٢٢٠ ك ج / جزىء $-220\ KJ\ mol^{-1}$ $\Delta G^{0'}$.

معقدات الحمل carrier complexes

الصنفرة المؤكسدة تحدث فى معقدات إنزيمية ثلاث (الصورة ٣) موجودة فى غشاء السبحيات الداخلى والذى تركيبه التفصيلى غير معروف.

والمعقدات هى ردكتاز نك.أ.ثنا.نو.يد - كيو، وردكتاز السيتوكروم، وأكسيداز السيتوكروم. وإنسياب الاليكترونات خلال هذه المعقدات متتابع: ومعقد رابع: ردكتاز سكسينات كيو يتقبل الاليكترونات من السكسينات ويتفادى المعقد الأول ويعطى اليكتروناته إلى المعقد الثانى. والمجموعات الحاملة للاليكترونات فى هذه المعقدات تشمل نيكوتيناميد والفلافينات وعناقيد حديد-كبريت ومجموعات الحديد-الهيم وأيونات النحاس.



صورة (٣): سلسلة نقل الاليكترون فى السبحيات. تمثيل لطريق انسياب الاليكترون من نك.أ.ثنا.نو.يد ، فلا.أ.ثنا.نو.يد٢ الى الأكسجين.

ح كب = عنقود حديد-كبريت. كيو: قرين انزيم كيو . ب، ج١، ج، أ، أ٣ سيتوكرومات ، أل : اليكترون.

ردكتاز نك.أ.ثنانو.يد -كيو
NADH-Q reductase

تدخل الاليكترونات من نك.أ.ثنا.نو.يد السلسلة عند ردكتاز نك.أ.ثنانو.يد-كيو. ويمر اليكترونات من نك.أ.ثنا.نو.يد إلى مجموعة فلا.أ.نو FMN المتصلة بالإنزيم لتعطى فلا.أ.نو.يد٢. (والجزء من فلا.أ.نو الذى يقبل الاليكترونات هو حلقة فلافين مماثلة تماماً لتلك الخاصة بـ فلا.أ.ثنا.نو). وتنتقل الاليكترونات بعد ذلك إلى بروتينات حديد-كبريت وهو نوع ثان من مستقبل اليكترون فى ردكتاز نك.أ.ثنا.نو.يد-كيو. وبروتينات الحديد-الكبريت تحتوى حديداً منسقاً coordinated مع الكبريت فى ترتيبات عدة وأكثرها عموماً فيه الحديد مرتبط إلى أربعة مجموعات سلفهيدريل sulphhydryls فى البروتينات. والحديد فى هذه المعقدات يمكن أن يوجد على هيئة ح+٢ أو ح+٣ عندما يتقبل اليكتروناً ثم يفقده.

والحديد فى عناقيد الحديد-كبريت فى ردكتاز نك.أ.ثنا.يد-كيو يعطيان بعد ذلك إلى قرين الإنزيم كيو (يوبيكينون ubiquinone) وهذا حامل متحرك ذو سلسلة ايدروكربونية طويلة والتى يطمره فى الغشاء ويمكنه من الإنتشار بسرعة حاملاً اليكترونات من معقد إلى آخر. ويُخْتَزَل قرين الإنزيم كيو إلى كينول quinol بتَقَبُّل اليكترونين وبروتونين.

ردكتاز سكسينات كيو
succinate-Q reductase

يتقبل قرين الإنزيم كيو اليكترونات من فلا.أ.ثنا.نو.يد٢ وهذا الحامل جزء من معقد ردكتاز سكسينات-كيو وهو بروتين داخلى فى غشاء السبحيات الداخلية. والاليكترونات من فلا.أ.ثنا.نو.يد٢ تنتقل إلى عناقيد حديد-كبريت ثم إلى قرين الإنزيم كيو للدخول فى سلسلة نقل الاليكترون.

ردكتاز السيتوكروم
cytochrome reductase

قرين الإنزيم كيو (كيو يد٢) ينتشر فى الغشاء ويعطى اليكترونات إلى المعقد التالى: ردكتاز السيتوكروم. والسيتوكروم هو حامل للاليكترون والذى يحتوى على مجموعة حديد-هيم مرتبطة بالبروتين. والحديد إما أن يكون الحديد المختزل (ح+٢) للحديد المؤكسد (ح+٣) أثناء نقل الاليكترون. وردكتاز السيتوكروم يحتوى عناقيد حديد-كبريت مع سيتوكرومَيْن ب، ج١. (وسيتوكروم ب له مجموعتان حديد-هيم لهما ميل اليكترونى مختلف different electron affinity). وكيو يد٢ يعطى اليكتروناً واحداً إلى عنقود حديد-كبريت ثم إلى سيتوكرومات ج١، ج. وأكسدة كيو يد٢ يترك شبه كينون كيو يد٢ semiquinone QH• ومنه يمر اليكترون واحد إلى سيتوكروم ب تاركاً كيو. ومن سيتوكروم ب فإن الاليكترون يمر إلى جزىء شبه كينون ثان ليكون كيو يد٢. وعلى ذلك فجزيئا كيو يد• تتحول إلى واحد كيو و واحد كيو يد٢ ويمر واحد اليكترون خلال معقد ردكتاز السيتوكروم إلى سيتوكروم ج.

أكسيداز السيتوكروم cytochrome oxidase

سيتوكروم ج مثل قرين الإنزيم كيو حامل متحرك يمـرر الاليكترونات مـن معقـد إلى الآخـر. فالاليكترونات من سيتوكروم ج تنتقل إلى المعقد النهائي أكسيداز السيتوكروم ومنه إلى الأكسجين الجزيئي. وأكسيداز السيتوكروم يحتوى مجموعتين هيم (في سيتوكرومي أأ، أأ٣) وأيونين من النحاس. ومجموعتا الهيم توجدا في أجزاء مختلفة من السيتوكروم (ويرجع ذلك إلى إختلاف بيئاتهما) فلهما ميل اليكتروني مختلف. والسيتوكروم ج المختزل يعطى اليكترونه إلى هيم سيتوكروم أأ ثم إلى سيتوكروم أأ٣. وهذه السيتوكرومات تحتوى نحاساً والذي يتغير مابين حالتي نح$^{++}$ (مؤكسد) ونح$^{+}$ (مختزل) حيث ينتقل الاليكترون إلى الأكسجين الجزيئي. وتمر أربعة اليكترونات إلى الأكسجين ليختزله إلى ماء.

ـ ضخ البروتونات proton pumping

إن انسياب الاليكترونات خلال المعقدات الثلاثة (ردكتاز نك.أ.ثنا.نو-كيو، وردكتاز السيتوكروم وأكسيداز السيتوكروم) يصحبه ضخ للبروتونات خلال غشاء السبحيات الداخلي من الشبكة إلى جانب السيتوزول. والقوة الدافعة للمضخة هي الطاقة بنقل الاليكترونات بإنحدار الجهد. والمعقد الرابع ردكتاز السكسينات لايضخ بروتونات لأن الطاقة التي تصبح متاحة عندما تنساب الاليكترونات تكون غير كافية.

القوة الدافعة للبروتون proton-motive force

إنسياب الاليكترونات والبروتونات من نك.أ.ثنا.نو.يد إلى الأكسجين يطلق طاقة (المعادلة ١٢).

نك.أ.ثنا.نو.يد + يد$^{+}$ + ٠,٥ أ٢ ⇌

يد٢ أ + نك.أ.ثنا.نو$^{+}$ (١٢)

Δج$^{0/}$ = -٢٢٠ ك ج/جزىء

$\Delta G^{0/} = -220\ KJ\ mol^{-1}$

وهذه تستخدم لتخليق أ.ثلا.ف (المعادلة ١٣)

ف١ : فوسفات غير عضوى

أ.ثنا.ف + ف١ + يد$^{+}$ ⇌

أ.ثلا.ف + يد٢أ (١٣)

Δج$^{0/}$ = +٣١ ك ج/جزىء

$\Delta G^{0/} = +31\ KJ\ mol^{-1}$

وتخليق أ.ثلا.ف يتم بتجميع جزيئي سينثار أ.ثلا.ف (أو أ.ثلا.ف.از) على الغشاء الداخلي للسبحيات. والطريق الذى ينساب فيه الاليكترون (أكسدة) يزدوج بطاقة إلى تخليق أ.ثلا.ف (فسفرة) يشرح بواسطة الإقتراح الكيموتناضحى chemisomatic hypothesis. وتبعاً لهذه الفكرة فإن إنسياب الاليكترونات في سلسلة نقل الاليكترونات يؤدى إلى ضخ البروتونات خلال الغشاء الداخلي من الشبكة (الداخل) إلى المنطقة السيستولية cystolic (الخارج). والقوة الدافعة للبروتونات (ق.د.ب PME) تولد حيث تتكون من انحدار gradient في تركيز البروتونات وإختلاف في الشحنة (جهد كهربي خلال الغشاء transmembrane electrical potential). والغشاء الداخلي

للسبحيات غير نفاذ للبروتونات فيما عدا مواقع معينة. فالبروتونات يمكن فقط أن تنساب راجعة إلى الشبكة خلال تجمع سينثار أ.ثلا.ف وبذا يتكون أ.ثلا.ف . و ق.د.ب تتولد بواسطة معقدات نقل الاليكترونات الثلاثة. وإنحدار البروتون proton gradient المولد عند كل معقد بالانسياب أو بزوج من الاليكترونات يمكن أن يستخدم لتخليق جزيء واحد من أ.ثلا.ف. وأكسدة نك.أ.ثنا.نو.يد تعطى ثلاثة جزيئات أ.ثلا.ف، ولكن أكسدة فلا.أ.ثنا.نو.يد$_2$ تعطى جزيئين فقط لأن الاليكترونات من فلا.أ.ثنا.نو.يد$_2$ تتجنب موقع ضخ البروتون الأول.

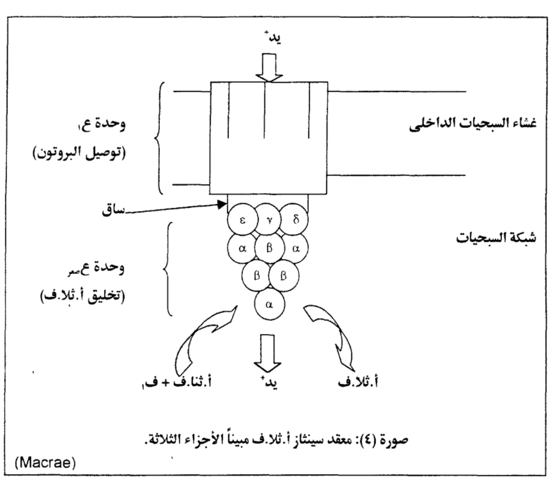
ميكانيزم ضخ البروتون
mechanism of proton pumping

من المعتقد أن إنسياب الاليكترونات خلال معقدات ضخ البروتونات يسبب تغيرات فى شكل البروتينات فى المعقدات. وكنتيجة لذلك فإن مجموعات ربط البروتونات فى هذه البروتينات تغير من كل من الميل للبروتونات والجانب من الغشاء التى تواجهه. والبروتونات بذلك يمكن أن تتحرك من الشبكة إلى الجانب السيتوزولى من الغشاء.

سينثاز أ.ثلا.ف ATP synthase

إن معقد سينثار الـ أ.ثلا.ف (الصورة ٤) يحتوى وحدة تخليق أ.ثلا.ف وقناة لتوجيه البروتون. والغشاء الداخلى فى السبحيات مغطى بهذه التركيبات. ووحدة تخليق أ.ثلا.ف شكلها كشكل زر knob-like وتبرز من الغشاء الداخلى إلى الشبكة. وهى تتكون من خمسة أنواع من سلسلة عديد الببتيد (ألفا$_3$ بيتا$_3$ جاما دلتا ابسيلون $\alpha_3\ \beta_3\ \gamma\ \delta\ \varepsilon$) والتى معاً تكون تحت وحدة ع$_1$ (ع = عامل F = factor) وقناة توجيه البروتون (تحت وحدة ع$_{صفر}$ F$_0$ subunit) هو بروتين كاره للماء والذى يمتد فوق spans الغشاء الداخلى. وهى تحتوى قناة خلالها يمكن أن تنساب البروتونات وهى مرتبطة بتحت وحدة ع$_1$ عن طريق ساق stalk قصيرة.

وانسياب البروتون من خلال سينثاز أ.ثلا.ف يؤدى إلى إطلاق أ.ثلا.ف من المعقدات. ويعتقد أن ع$_1$ يحتوى تحت وحدات ثلاث مُحَفِزَة ومتفاعلة (تحت وحدات بيتا) وكل منها فى حالة تهيئة conformational state مختلفة. واحد منها يربط مادة التفاعل والنواتج بتفكك loosely (حالة ل L state) وواحد يربطها بإحكام وهو نشط حفزياً (حال ت) وواحد لايربطها إطلاقاً (حالة أ). أ.ثنا.ف والفوسفات غير العضوية ترتبط إلى موقع ل ولكن لايحدث أى شيء لأن موقع ل ليس حفزيا نشطاً. وإنسياب البروتون خلال المعقد (لِيُشَتِّت الـ ق.د.ب) يغير من حالات المواقع الثلاثة: ل إلى ت ، ت إلى أ و أ إلى ل. و أ.ثلا.ف يتم تخليقه على موقع ت الجديد بينما تطلق من موقع ت القديم والذى يتغير إلى موقع أ. والتجارب توضح أن تخليق واحد جزيء أ.ثلا.ف من أ.ثنا.ف وفوسفات غير عضوى يرتبط بمرور ثلاثة بروتونات خلال سينثاز أ.ثلا.ف. والكفاءة الكلية لإصطياد الطاقة المطلقة من أكسدة نك.أ ثنانويد (٢٢٠ ك ج / جزيء) كثلاثة جزيئات من أ.ثلا.ف (٣ × ٣١ ك ك / جزيء) هى ٤٢٪.



صورة (٤): معقد سينثاز أ.ثلا.ف مبيناً الأجزاء الثلاثة.

(Macrae)

دورة اليوريا — urea cycle

أنظر: حمض أمينى

دوريان — durian

الإسم العلمى *Durio zibethenus*

الفصيلة/العائلة : خبازيات Bombacaceae (bombax)

بعض أوصاف

يصل إلى ٨٠ – ١٠٠ قدم أوراقه بيضاوية مقلوبة مدببة عليها قشور نحاسية أو فضية وطولها ٧ بوصة والأزهار بيضاء أو كريمية أو صفراء أو حمراء وطولها ٢ بوصة فى عناقيد.

والثمار مستديرة أو فى شكل البيضة ٨ – ١٠ بوصة فى الطول وقد تصل ألى ١٠٠ رطل ولكن متوسطها ٢,٠ كجم ولونها أخضر أو مصفر ولها أشواك spines صلبة وحادة وفى الداخل بذور مأكلة عديدة كبيرة. ولبه يشبه الكسترد كريمى ويقال عنه انه مُنْعظ aphrodiscocal وله رائحة غير مرغوبة.

(Everett)

(متوسط الوزن ٢ كجم) ويمكن إزالة الرائحة بنقع الأجزاء فى لبن جوز الهند.

(Stobart)

doum/doum palm — الدوم

الإسم العلمى — *Hyphaene thebaica*

الفصيلة/العائلة: نخلية — Palmae

بعض أوصاف

أوراقه مثل المروحة والأزهار الذكرية والأنثوية على أشجار مختلفة والأزهار فى عناقيد تبتدىء من الأوراق. والفاكهة صلبة/قرنية horny جافة وتستخدم فى عمل أزرار وخرز وهى مأكلة عندما تكون صغيرة وتستخدم الأوراق فى عمل أسبتة وتصل إلى ٢٠-٣٠ قدم

والدوم المصرى *A. thebaica* يعرف بإسم نخيل الزنجبيل gingerbread palm ويسمى كذلك لأن الشكل الخارجى والتلازج لفاكهته له نفس شكل الزنجبيل ولكن ليست له نكهته ونادراً ماتكون ورق أفرع وأوراقه مستديرة تبلغ ٢ - ٢,٥ قدم مقسمة فى المنتصف إلى أقسام صغيرة كل منها بعرق وسطى وهو شوكى والفواكه برتقالية-صفراء حوالى ٣ بوصة فى الطول وهى بيضية أو مستطيلة.
(Everett)

diastase — دياستاز

إنزيم يحلمىء النشا إلى جلوكوز (يقوم بعمل ألفا أميلاز وبيتا أميلاز).
(Macrae)

dehydrogenase — ديهيدروجيناز

إنزيم يحفز نقل أيدروجين أو اليكترونات من مركب إلى آخر.
(Academic)

turkey — ديك رومى

أنظر: دجن

yam — يام/انيام/ديوسقوريا

الإسم العلمى — *Dioscorea* spp.

الفصيلة/العائلة: ديوسقورية — Dioscoreaceae (yam)

بعض أوصاف

حوالى ٦٠٠ نوع. وأوراقه عريضة متبادلة أو عكسية غير مقسمة وليس لها عروق والأزهار من جنس واحد والفواكه حويصلات تحتوى بذوراً مجنحة.
(Everett)

الجزء المأكلة من نبات اليام هو الدرنة والتى يختلف شكلها تبعاً للنوع والبيئة. والدرنة تختلف من بضع جرامات حتى أكثر من ٥٠ كيلو جرام و ٢-٣ متر فى الطول. وورقة واحدة أو أكثر توجد فى تركيب يشبه الكورمة عند القاعدة فى الكرم وتغطى الدرنة بطبقة سميكة من الفل الذى كثيراً مايحمل شقوقاً بسبب نمو [illegible] وقد تظهر الجذور على الدرنة ثم تقع. وتمتلىء الدرنة بخلايا بارنشمية ذات جدر غليظة ومليئة بالنشا وتوجد حزم وعائية تحتوى نسيجاً وعائياً خشبياً xylem ولحاء phloem منتشراً فى القلب. وتوجد طبقة ميرستيمية تغطى البراعم وتحيط بالقلب المركزى وهى محاطة بطبقة من خلايا نشوية cortical ذات جدر رفيعة وكل الدرنة محاطة بعدة طبقات من الفلين مرتبة فى صفوف شعاعية radial والتى تنتج من كمبيوم الفلين.

وحوالى ٩٥٪ من الإنتاج العالمى يتم فى أفريقيا ونيجيريا تنتج ٣/٢ محصول اليام فى العالم. وخمسة أنواع تزرع كغذاء وهناك خمسة أخرى تزرع أحياناً لهذا الغرض من حوالى ٦٠ نوعاً (الجدول ١).

جدول(١): وضعت لأنواع اليام المزروعة كغذاء

النوع	الاسم العام	الدرنة وشكلها	لون اللحم	الورقة وشكلها	مظهر الساق	الأصل
Dioscorea alalal L.	يام الماء اليام الأكبر	وحيدة اسطوانية	أبيض أو ارجوانى	بيضاوية، متعاكسة	ذات أجنحة	جنوب شرق آسيا
D. cayenensis Lam.	يام الأصفر يام صينى	وحيدة تختلف	أصفر	مدببة، متعاكسة، متبادلة	شائكة	أفريقيا الغربية
D. esculenta burk	يام الأتل	٤-٢٠ بيضية	أبيض	بسيطة، متبادلة	شائكة	الصين
D. rotundata Poir	يام الأبيض يام أبيض جيمى	وحيدة اسطوانية مستديرة	أبيض أو أصفر	بسيطة، متعاكسة	مستديرة ناعم-شائكة	أفريقيا الغربية
D. trifida L.	كش-كش	عديدة مطاولة	أبيض أو أصفر	مفصصة، متبادلة متعاكسة	ذات أجنحة	أمريكا الاستوائية

التخزين والمناولة

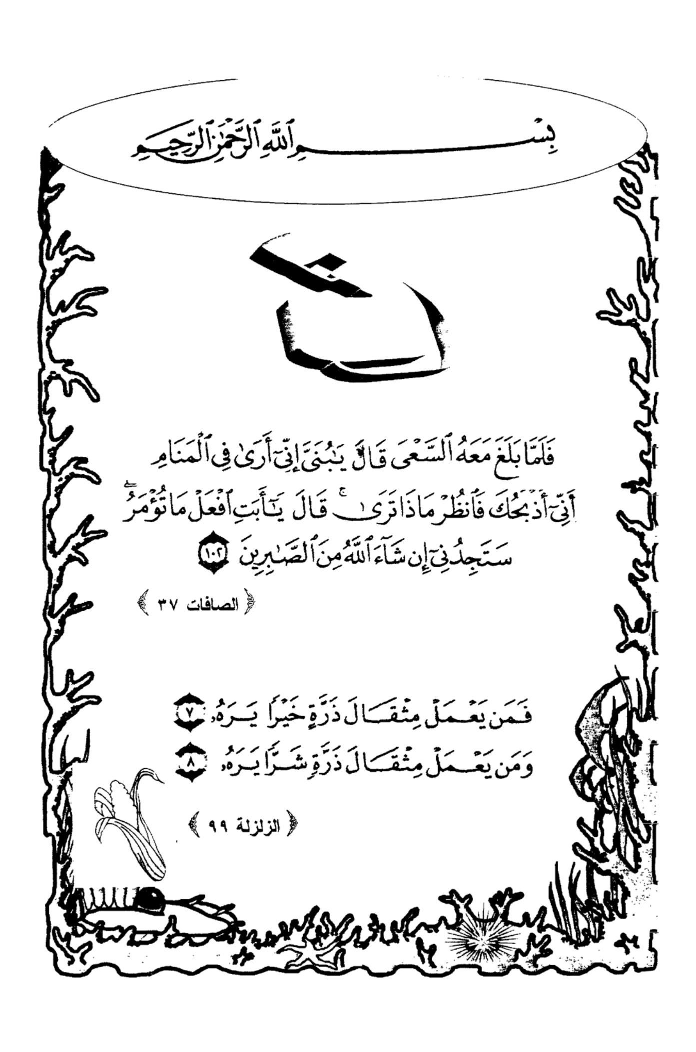
اليام الساكن يمكن أن يترك فى الأرض للتخزين لمدة قد تطول إلى ٤ أشهر أما التى حصادها فى "حظائر يام" فى غرب أفريقيا فيربط اليام إلى أعمدة ويبقى اليام فى حالة جيدة أثناء فترة الجفاف ولايحدث نقص فى الوزن إلا من الإنكماش والتنفس ولكن الفقد من العفن يحدث بسرعة أثناء الأمطار ويمكن تأخير ذلك بإستخدام حمض الجبريليك ولكن إستخدامه قليل وعلى ذلك يجب تجنب الجروح إذا تم التخزين. ويمكن تخزين اليام تحت التبريد على ١٦ °م ، ٧٠٪ رطوبة نسبية ولكن يجب ألا تقل درجة الحرارة عن ١٢ °م وإذا أصيب بضرر البرد.

الإستخدام

قليل الآن ولكن يمكن أن يزيد حيث لايوجد يام طازج الا مع المحصول الجديد وهناك المنتجات المجففة مثل الشيبس والدقيق ولكن تقبلها قليل.

القيمة الغذائية

كل ١٠٠ جم يام بها ٦٩,٩٪ ماء وتعطى ٤٩٥,٦ ك جول، ١,٥٣ جم بروتين، ٠,١٧ جم دهن، ٢٧,٨٩ جم كربوايدرات ، ٠,٨٢جم رماد، ١٧مجم كالسيوم، ٠,٥٤مجم حديد، ٢١مجم مغنيسيوم ، ٥٥ مجم فوسفور، ٨١٦مجم بوتاسيوم، ٩ مجم صوديوم، ٠,٢٤ مجم خارصين، ٠,٧٨ مجم نحاس، ١٧,١ مجم حمض أسكوربيك ، ٠,١١٢مجم ثيامين ، ٠,٣٢


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ
ث
فَلَمَّا بَلَغَ مَعَهُ السَّعْيَ قَالَ يَا بُنَيَّ إِنِّي أَرَىٰ فِي الْمَنَامِ
أَنِّي أَذْبَحُكَ فَانظُرْ مَاذَا تَرَىٰ ۚ قَالَ يَا أَبَتِ افْعَلْ مَا تُؤْمَرُ ۖ
سَتَجِدُنِي إِن شَاءَ اللَّهُ مِنَ الصَّابِرِينَ ١٠٢
﴿ الصافات ٣٧ ﴾
فَمَن يَعْمَلْ مِثْقَالَ ذَرَّةٍ خَيْرًا يَرَهُ ٧
وَمَن يَعْمَلْ مِثْقَالَ ذَرَّةٍ شَرًّا يَرَهُ ٨
﴿ الزلزلة ٩٩ ﴾

ذبح/جزر — to slaughter

أنظر: جزر

ذرّ

ذَرّة — atom

أصغر وحدة فى عنصر كيماوى والتى يمكن أن تحتفظ بخواص هذا العنصر. والذرات تتحد لتكون جزيئات وهى تحتوى على أنواع متعددة من الجسيمات الصغيرة ولها مركز كثيف (النواه nucleus) وتتكون من جسيمات مشحونة بكهرباء موجبة (بروتونات) وجسيمات غير مشحونة (نيوترونات) وجسيمات مشحونة بشحنات سالبة (اليكترونات) موزعة فى مساحة كبيرة نسبياً حول النواه وتتحرك فى مدارات orbital بسرعة عالية جداً. والذرة تحتوى على نفس عدد البروتونات من الاليكترونات وبذا فهى كهربياً متعادلة وثابتة تحت معظم الظروف. (Academic)

الذرة — corn or maize

الاسم العلمى *Zea mays* L.

الفصيلة/العائلة: نجيلية Graminaea

الذرة تلى القمح فقط فى الإنتاج العالمى (ويزيد إنتاجها سنوياً بمقدار ٢,٢ بوشل لكل آكر* bu. per acre).ونظراً لإنتاجيتها العالية فهى أكثر الحبوب إنتاجية إقتصادياً فى العالم وعلى ذلك فهى من أكثر مصادر الطاقة الممكن تمثيلها فى أغذية الحيوانات إقتصادياً وكذلك صناعياً لإنتاج النشا والسكر لإستعمالها كغذاء وللأغراض الصناعية أيضاً. وتلقيحها مختلط ويحضر منها هجن عالية الإنتاج.

التكوين التشريحى والتركيب والخصائص
anatomical structure, composition and properties

حبة الذرة هى أكبر الحبوب وتزن بين ٢٥٠ - ٣٠٠ مجم وهى مبططة flat نظراً للضغط الذى تتعرض له من الحبوب الملاصقة على الكوز cob. والحبوب لها تاج مفلطح blunt crown وغطاء قمعى مدبب pointed conical cap. وحبوب الذرة تقسم نباتياً كبُرّة/حبة caryopsis (ثمرة جافة ذات بذرة واحدة dry, indehescent single seeded fruit) وترتبط بالكوز بواسطة عنق السنبلة/الزهرة pedicle. والحبة تحتوى على جنين كامل وكل التركيب والتغذية والإنزيمات اللازمة للنمو وإنتاج نبات . وتتكون الحبة من أربعة أجزاء تشريحية:

- غطاء طرفى tip cap الذى يربط الحبة بالكوز.
- الردة bran أو الغطاء الخارجى الحامى protective outer covering.
- الجنين embryo أو germ.
- السويداء endosperm وهو إحتياطى المغذيات اللازم للإنبات.

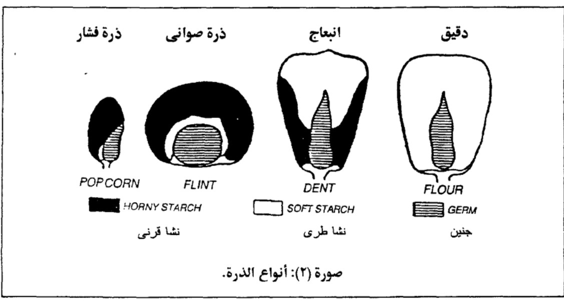
وتتكون الحبة من : ٨٢,٩ سويداء، ١١,١٪ جنين، ٥,٣ ردة ، ٠,٨ غطاء طرفى.

---

* البوشل = ٢٢١٩,٣٦ بوصة مربعة فى بريطانيا،
= ٢١٥٠,٤٢ بوصة مربعة فى الولايات المتحدة.
الآكر = ٤٨٤٠ ياردة مربعة.

ردة
BRAN
سويداء
ردة
BRAN
غلاف خارجي Epidermis
غلاف وسطي Mesocarp
خلايا صليبية Cross Cells
خلايا أنبوبية Tube Cells
قصعة Seed Coat (Testa)
طبقة أليورون Aleurone Layer (part of endosperm but separated with bran)
ENDOSPERM
GERM
سويداء
ENDOSPERM
سويداء قرنية Horny Endosperm
سويداء دقيقة Floury Endosperm
خلايا مملوءة بنشا في شبكة بروتين Cells Filled with Starch Granules in Protein Matrix
جدر خلايا Walls of Cells
جنين GERM
حرشفة Scutellum
ساق جنينية Plumule or Rudimentary Shoot and Leaves
الجذر الأولى Radicle or Primary Root
جنين
غطاء طرفي TIP CAP
حرشفية Scutellum
محور جنيني Embryonic Axis
غلاف الثمرة Pericarp
سويداء قرنية Horny Endosperm
سويداء دقيقية Floury Endosperm

صورة (١): تركيب حبة الذرة.



صورة (٢): أنواع الذرة.

ويتكون اسويداء من: ٨٧,٦٪ نشا، ٨,٠٪ بروتين، ٣,٢٪ ألياف، ٠,٨٪ دهن، ٤٪ خلافه.

وتتكون الردة من: ٨٣,٦٪ ألياف، ٧,٣٪ نشا، ٣,٧٪ بروتين، ١,٠٪ دهن، ٤,٤٪ خلافه.

ويتكون الجنين من: دهن ٣٣,٢٪، ١٨,٤٪ بروتين، ١٤,٠٪ ألياف، ٨,٠٪ نشا، ٢٦,٤٪ خلافه.

ويتكون الغطاء الطرفى من: ٧٧,٧٪ ألياف، ٩,١٪ بروتين، ٥,٣٪ نشا، ٣,٨٪ دهن، ٤,١٪ خلافه.

وخلايا السويداء بها packed حبيبات النشا فى تركيب مستمر من البروتين غير المتبلر. وفى نفس هذا التركيب توجد أيضاً أجسام بروتينية تتكون فقط من بروتين التخزين زيين zein.

ويتم حصاد الذرة غالباً عندما تصل نسبة الرطوبة إلى أقل من ٢٨٪. وإذا لم تجفف بسرعة فإن هذه الرطوبة العالية تجعلها عرضة للتلف خاصة بالفطر.

ونسبة الرطوبة الحرجة لتخزين الذرة بأمان يمكن إعتبارها ١٥٪ غير أنه فى الأجواء الحارة وللمدد الطويلة ربما إحتاج الأمر إلى نسب رطوبة أقل.

أنواع الذرة وتكوينها
corn types & their composition

هناك ستة أنواع رئيسية من حبوب الذرة تختلف أساساً فى الجودة والكمية وطريقة تكوين السويداء وهى إنبعاج dent، صوانى flint، حلو sweet، فشار pop، وقرن pod.

ويتميز الإنبعاج dent بسويداء قرنية corneous horny على جوانب وفى خلف الحبة فى حين القلب المركزى central core طرى ودقيقى. ويمتد السويداء الطرى إلى التاج حيث تتقوض عند الجفاف مكونة إنبعاجاً indentation ومن هنا جاء الإسم.

وفى الذرة الإنبعاج dent يوجد ذرة صفراء وذرة بيضاء والأخيرة مفضلة لإستخدامها فى إنتاج نواتج غذائية ذات ألوان فاتحة وكذلك تختلف ذرة الإنبعاج dent فى تكوينها التقريبى وخواص النشا. وبالتربية أمكن الوصول إلى محتوى بروتينى عالى (٢٦٪ بدلاً من ٩ – ١٠٪) ومحتوى زيتى عالى (أعلا من ١٠٪ بدلاً من ٤ – ٤,٥٪). ويتكون نشا الذرة عادة من ٧٤ – ٧٦٪ أميلوبكتين، ٢٤ – ٢٦٪ أميلوز. ولكن أنواعاً منها تسمى شمعية waxy تحتوى على ٩٩٪ أميلوبكتين وأخرى تسمى أميلوميز (ذرة أميلو) amylomaize بها ٢٠٪ فقط أميلوبكتين، ٨٠٪ أميلوز، وهى تنتج خصيصاً لإنتاج نواتج النشا المتخصصة specialty starches.

أما الاذرة الصوانية flint corns فسويداؤها السميكة والصلبة والزجاجية vitreous تكون طبقة تحيط مركزاً صغيراً وطرياً وحبيبياً. وتختلف نسب السويداء القرنية والسويداء الطرية الدقيقة. وكوز ear هذا النوع طويل ورفيع slender وبه صفوف أقل من الحبوب عن نوع الإنبعاج dent والحبوب ناعمة ومستديرة rounded ويقل محصولها عن محصول الذرة الإنبعاج dent بمقدار ١٠٪.

أما الذرة الفشار popcorn فهى أكثرها بدائية وهى تتميز بسويداء صلبة قرنية وعادة حبة صغيرة صوانية.

أما الذرة الدقيق فهى من أقدم أنواع الذرة وتتميز بسويداء طرية فى الحبة كلها. وهى سهلة الطحن ولكن تتعرض لفعل الفطر فى الأماكن الرطبة.

وبالتربية أمكن الوصول إلى ذرة عالية فى الليسين معتم٢ opaque 2 لتحسين توازن الأحماض الأمينية فى بروتين الذرة وهذا الصنف يشبه ذرة الدقيق من حيث أن سويداءه طرية وجيرية chalky وتحتوى على القليل نسبياً من أجسام البروتين فى السويداء ولكنها تعطى محصولاً يقل عن ذرة الإنبعاج dent بمقدار ٧ - ١٠٪ ولذا فبالرغم من قيمتها الغذائية المفيدة حيث يستهلك الذرة بكثرة فإنها غير منتشرة.

أما الذرة الحلوة sweet corns فبها مورث gene سكرى يؤخر تحويل السكر إلى نشا وتجمع الحبة فيتوجليكوجين phytoglycogen وهو سكر عديد يذوب فى الماء مما يزيد الحلاوة sweetness ويغير من القوام texture. والسكريات الذائبة تكون حوالى ١٢٪ من الوزن الجاف للذرة الحلوة مقارنة بـ ٢-٣٪ فى الأصناف الأخرى. ويستهلك هذا النوع من الذرة عادة كخضار vegetable فى الطور اللبنى قبل النضج.

أما القرن pod corn فهو صنف للزينة ولايزرع تجارياً.

جودة الذرة وتدريجها

corn quality & grading

تدخل أربعة عوامل فى تدريج الذرة: إختبار الوزن test weight وهو مقياس لكثافة الحجم bulk density، مغذ الحبوب المكسرة والمواد الغريبة، ومقدار الحبوب التالفة تماماً، ومقدار الحبوب التالفة بالحرارة. ونسبة الرطوبة يجب أن ينص عليها والمقاييس بالولايات المتحدة تذكر ثلاثة أقسام: ذرة صفراء وتحتوى على أقل من ٥٪ ذرة بيضاء، وذرة بيضاء ولاتحتوى على أكثر من ٢٪ ذرة صفراء، وذرة مختلطة mixed وتحتوى على أكثر من ١٠٪ من الحبوب الأخرى.

إستخدامات الذرة corn utilization

إستخدامات الذرة يمكن أن تقسم إلى تلك التى تشمل الإستهلاك المباشر مع أقل قدر من التحضير، وتلك التى تحتاج معاملة تضيف قيمة substantial value-added processing.

فقد تستخدم الذرة الرفيعة لتغذية الحيوانات أو الذرة الحلوة أو الفشار أو الذرة المطبوخة بالقلوى وغيرها.

أما صناعات المعاملة أو التصنيع processing industries فتشمل طرق التجزئة fractionation processes التى تجزىء الذرة إلى مكوناتها التى تستخدم كمكونات أغذية أو نواتج صناعية مثل الطحن الجاف والمبتل وغيرها.

الإستخدام المباشر للذرة كغذاء

direct utilization of corn as food

تستخدم الذرة كغذء رئيسى للأنسان staple food فى أنحاء كثيرة من أمريكا اللاتينية وأفريقيا وآسيا فمنها: الذرة الخام فى السلطة والذرة الحلوة المغلية، والذرة المختمرة (ذرة صغيرة مخللة)، والنواتج المخبوزة، والنواتج المطبوخة فى القلوى كالهومينى وتشيبس الذرة، ونواتج الذرة المعاملة بالبخار كالتامالى والكسكسى وخبز صينى، ونواتج الذرة المحمصة كالحبوب الكاملة المحمصة، وخبز غير مختمر غير مرتفع مثل المفين muffins، وكالخبز المختمر و/أو المرتفع كخبز الذرة،

وكعصيدة الذرة، وكحبوب الإفطار، وفي الأكلات الخفيفة كالفشار. وفي المشروبات غير الكحولية كقهوة الذرة وفي المشروبات الكحولية كبيرة الذرة.

الذرة الحلوة sweet corn: الذرة الحلوة بها مورث يسمح بتجمع ٢٥٪ (وزن جاف) من الفيتوجليكوجين الذى يتكون من سكر الجلوكوز ويعطى الذرة القوام الكريمى المرغوب والذى لايمكن الحصول عليه مع النشا فقط. وأمثل جودة يحصل عليها قبل تحول معظم السكر إلى فيتوجليكوجين فيحمص الذرة فى هذا الوقت الذى قد لايزيد عن يوم أو إثنين. وقد تم تربية أصناف تحتوى على سكر أعلا ويمكن حصادها على فترة أطول ٤ - ٥ أيام، وهى تحتفظ بخواصها الحسية لفترة أطول بعد الحصاد.

وتستهلك الذرة الحلوة كذرة على الكوز corn-on-the-cop أو كحبوب مقطوعة cut-kernels أو كالذرة بالشكل الكريمى cream-style وهذه المنتجات تحفظ بالتجميد والتعليب.

الذرة الفشار popcorn: وهو قد يفشر مع الزبد والملح أو يغطى بالكارامل أو يكون ذو نكهات أخرى.

ويرجع تفشر الذرة الفشار إلى أن الغلاف الخارجى يتكسر فقط عند درجة حرارة عالية ١٧٧ °م . وهذه الدرجة أعلا بكثير من درجة الحرارة التى عندها تتبخر الرطوبة فى الحبة مكونة فراغات تحيط بحبيبات النشا مكونة ضغطا بخاريا قدره ١٣٥ رطل على البوصة المربعة psi ولها القدرة على عمل تمدد إنفجارى explosive expansion عندما يتكسر الغلاف الخارجى وينفجر.

والذرة الفشار نوع من الذرة الصوانية flint ولكنها أصغر حبوبا وأساسا ليس بها سويداء طرية والأصناف التجارية أما بيضاء أو صفراء. والذرة الفشار ذات الجودة العالية لها نسبة تمدد (حجم مقشر/ حجم غير مقشر) تزيد عن ١/٤٠ ويعطى على الأقل ٩٨٪ حبوب مفشرة وله إختبار وزن من ٦٣ - ٦٨ رطل فى البوشل. وقد لوحظ أن الحبوب ذات الكثافة النسبية العالية لها نسبة تمدد عالية.

والجودة الأكلية eating quality للفشار تتأثر بالحجم المفشر وشكل الحبوب المفشرة والطراوة tenderness والنكهة وكلها عوامل تتأثر بنسبة الرطوبة قبل وبعد التفشير. وأقل نسبة رطوبة للتفشير تعتمد على إستخدام الزيت أو الهواء فى التفشير فأحسن نسب تفشير مع الهواء يحصل عليها مع نسبة رطوبة ١٤٪، ومع التفشير مع الزيت تكون نسبة الرطوبة المناسبة ١٣,٥٪. ويجب تعبئة الفشار فى مواد تعبئة مانعة للرطوبة فالفشار يمتص الرطوبة بسهولة من الجو مالم يحفظ جيدا نظرا للمساحة السطحية الكبيرة large surface area وبسبب أن النشا المجلتن أكثر إسترطابا more hygroscopic عن النشا الأصلى.

فصل الذرة إلى مكوناتها separation of corn into its component fractions

يستخدم كل من الطحن الجاف والرطب للحصول على أجزاء الحبة ولكن الطحن الجاف يعطى الأجزاء التشريحية للحبة والسويداء والردة والجنين.

والطحن الرطب الغرض منه الحصول على المكونات الكيماوية: نشا، بروتين، ألياف وزيت.

الطحن الجاف للذرة dry corn milling

هناك نظامان للطحن الجاف للذرة أحدهما يزال فيه الجنين degerming والآخر لايزال فيه الجنين non-degerming. وفى النظام الثانى تطحن الذرة التى يفضل أن تكون من النوع الأبيض الإنبعاج dent إلى جريش مع فصل بسيط أو معدوم للجنين وربما استخدمت فى ذلك مطاحن الأحجار التقليدية وقد يُنخل الجريش لإزالة الجسيمات الكبرى من القشر hull والجنين. وقد لايتم النخل. وفى كلا الحالتين يكون لجريش الذرة مدة إحتفاظ بالجودة على الرف قصيرة بالنسبة لناتج الطحن الذى يزال فيه الجنين فالجنين الذى يحتوى على ٣٢ – ٣٥٪ (وزن جاف) زيت الذى ينبسط spread على سطح كثير من الجسيمات فيزيد تعرضه للأكسجين والإنزيمات الليبوليتية فيتزنخ تأكسدياً وتحليلياً.

الطحن مع الضبط وإزالة الجنين
tempering-degerming process

يهدف هذا الطحن الجاف إلى: ١- إزالة كل الجنين والقشور hull مع ترك السويداء خالٍ من الزيت والألياف بقدر الإمكان. ٢- الحصول على أكبر قدر من السويداء على هيئة جسيمات كبيرة نظيفة. ٣- الحصول على أكبر قدر من الجنين على هيئة جسيمات كبيرة. وللوصول لهذه الأغراض تستخدم معاملات فيزيقية وميكانيكية فبعد تنظيف الذرة من القذارة والأحجار والحشرات وقطع الحديد والحبوب المكسرة والمواد الغريبة يضاف الماء للذرة لرفع نسبة الرطوبة إلى ٢٠٪ ويترك للتوازن لمدة ١ – ٣ ساعة وهذا يجشب toughen الجنين والردة حتى تبقى جسيماتها كبيرة فيمكن فصلها بطريقة أسهل. وبعد إزالة الجنين والقشرة hull يعامل السويداء فى مطاحن اسطوانية ليحصل على الكسر grits. ثم تمر فى عدة مطاحن أسطوانية ومكن للفصل تبعاً للحجم للتنقية وتحجيم جسيمات السويداء. ويتم تجفيف جميع المنتجات قبل التعبئة أو التخزين بالحجم bulk storage.

ويبين الجدول رقم (١) منتجات عملية طحن الذرة الجافة مع الضبط وإزالة الجنين مع خواصها وتكوينها. فالكسر هو أكبر الأجزاء وتحتوى على أقل من ١,٠٪ دهن (وزن جاف) والجريش الرفيع على ١,٠-١,٥٪ والدقيق على ٢٪ وتتناسب نسبة البروتين مع حجم الجسيم. والجنين يحتوى على أعلا نسبة من البروتين والدهن. وللحصول على الزيت من الجنين يضغط حلزونياً أو كضغط pre-press قبل الإستخلاص بالمذيب، والمتبقى الغنى بالبروتين يستخدم كعلف أو فى الأغذية.

ويستخدم الكسر grits فى حبوب الافطار والأكلات الخفيفة المنبثقة extruded snacks وفى المشروبات المتخمرة. وهى يجب أن تكون صفراء براقة أو بيضاء نقية تبعاً لنوع الذرة المستخدم وأن تكون خالية من الغبار أو الردة. وأن تكون ذات سويداء قرنية horny ويتأثر مقدار الناتج بنسبة السويداء القرنية إلى السويداء أو الطرية فى الذرة التى ستطحن وتدرج الذرة على هذا الأساس ولكن بطريقة شخصية باليد.

جدول (١): نواتج طحن الذرة الجاف مع الضبط وإزالة الجنين ومكوناتها.

الناتج	مدى حجم الجسيمات القطر ميكرومتر μm		الاتاء (مقدار الناتج	التركيب ٪ (وزن جاف)				
	أكبر من	أقل من		رطوبة	بروتين (ن×٦,٢٥)	دهن	ألياف خام	رماد
حب للترقيق (كسر الهوميني) cereal flaking	٣٣٦٠	٥٦٦٠	١٢	١٤	٨.٤	٠,٧	٠,٤	٠,٤
كسر كبير coarse grits	١٤١٠	٢٠٠٠	١٥	١٣	٨.٤	٠,٧	٠,٥	٠,٤
كسر عادى regular grits	٦٣٨	١٤١٠	٢٣	١٣	٨,٠	٠.٨	٠.٥	٠.٥
جريش كبير coarse meal	٢٩٧	٦٣٨	٣	١٢	٧,٦	١,٢	٠.٥	٠.٦
جريش مغبر dusted meal	١٩٤	٢٩٧	٣	١٢	٧.٥	١,٠	٠.٥	٠.٦
دقيق flour	pan	١٩٤	٤	١٢	٦,٦	٢,٠	٠.٧	٠.٧
زيت oil	–	–	–	–	–	–	–	–
علف الهوميني homing feed	–	–	٣٥	١٣	١٢.٥	٦.٣	٥,٤	٣,٣
انكماش shrinkage	–	–	٤	–	–	–	–	–
بعض منتجات بديلة أخرى:								
جريش ١٠٠٪ 100% meal	pan	٦٣٨٨	١٠	١٢	٧.٢	١,٥	٠.٦	٠.٦
جزئ الجنين germ fraction	٨٤٠	٥٦٦٠	١٠	١٥	١٤,٩	١٨,٠	٤,٦	٤.٧
كسر البيرة brewer's grits	٥٩٠	١٦٨٠	٣٠	١٣	٨,٣	٠,٧	٠,٥	٠.٥
جريش ناعم fine meal	١٧٧	٢٩٧	٧	١٢	٧,٠	١,٦	٠,٦	٠,٧

طحن الذرة المبتل wet corn milling

بعد تنظيف الذرة تنقع لمدة ٣٦ – ٤٨ ساعة فى ماء معاد الإستخدام ويضاف إليه ثانى أكسيد كبريت لتصبح نسبته ٠,١ – ٠,٢٪ ويسخن المحلول إلى ٥٠°م وهذا يجعل الظروف غير مناسبة لكائنات التعفن ولكنه يسمح لبكتيريا الـ *Lactobacillus* المحلية indigenous بالنمو. وإتجاه المياه عكسى فالذرة التى تدخل تقابل أقل تركيزات ثانى أكسيد الكبريت وأثناء النقع فإن الحبوب تمتص المحلول وتنتفخ وتنشط الإنزيمات الموجودة فى الحبة وهذا يساعد على تكسير التركيب. ويعمل أيون البيكبريتيت bisulfite على إختزال روابط ثنائى الكبريتيد disulfide فى تركيب البروتين ممايزيد من ذوبانها ومقللاً التفاعلات بين النشا والبروتين. ويعمل حمض اللاكتيك والإنزيمات الخارجية التى تفرزها الـ Lactobacilli فى المساعدة على تطرية السويداء وإن كان عمل كل منهما وأهميته غير مفهوم جيداً. وبعد البقاء معاً فى ٨ – ١٦ تنك على مدى ٣٦ – ٤٨ ساعة فإن خمسة جالونات – من سائل النقع الخفيف – تسحب لكل بوشل ذرة أدخل للمعاملة. وتبخر هذه الجالونات الخمس إلى ٥٠٪ مواد صلبة. ويمكن أن يستخدم سائل النقع فى عمليات التخمر. ولكن المعتاد أن تضم إلى أجزاء العلف feed fraction (gluten feed).

أما باقى ٣ - ٤ جالون لكل بوشل التى تستخدم فى الطحن المبتل فإن الذرة تمتصها ويجب تجفيفها من أجزاء الذرة الناتجة.

وبعد النقع فالذرة يكون معداً للطحن grinding والتجزئة fractionation وينقل الذرة بالسائل sluiced إلى مطاحن إحتكاك attrition mills حيث الغرض إزالة الجنين بدون تكسيره. والتقن المطحون ground slurry ينقل بطلمبات إلى دوامات سائلية hydrocyclones لإزالة الجنين الأخف وزناً. وربما كررت العملية للفصل النظيف. ويجفف الجنين ويستخلص الزيت منه. أما التيار الأسفل الأثقل heavier underflow من هذه الدوامات فإنه يصفى والأجزاء الأكبر يعاد طحنها. وبعد ذلك تزال الألياف وتغسل فى سلسلة من المصافى ثم يزال منها الماء. أما تيار النشا والبروتين المتبقى فينقل إلى طارد مركزى ذى أقراص حيث النشا الأثقل يفصل عن الجلوتن gluten. ويزال الماء من الجلوتن بواسطة طاردات مركزية إضافية ومرشحات تحت تفريغ. ويبقى مع النشا بروتين (٣ - ٥٪) وشوائب تزال بواسطة دوامات غسيل النشا. وهنا تدخل مياه جديدة fresh للعملية. وتعمل طاردات مركزية و/أو مرشحات تحت فراغ على إزالة الماء من النشا المنقى.

نواتج الطحن المبتل لذرة
wet corn mill products

أهم نواتج الطحن المبتل للذرة هى النشا والجنين starch & germ والنواتج تظهر فى الجدول رقم (٢) مع مكوناتها. أما النواتج الثانوية by-products فمعظمها ماعدا الزيت الذى يستخرج من الجنين تستخدم فى تغذية الحيوانات.

جدول (٢): نواتج الطحن المبتل للذرة ومكونات كل منها

الناتج	الاتاء ٪ (وزن جاف)	الاتاء رطل لكل بوشل (وزن جاف)	المكونات ٪				
			نشا	بروتين (ن×٦,٢٥)	دهن	ألياف خام	بنتوزانات
نشا	٦٧,٥	٣٢,٧	٩٩,٠	٠,٣	٠,٠٢	٠,٠٣	-
ألياف	١١,٥	٥,٦	٢٣,٠	١٢,٠	١,٠	١٤,٠	٣٠,٠
جنين	٧,٥	٣,٦	١٠,٠	١٢,٠	٥٢,٠	١٠,٠	١٢,٠
زيت	٣,٩	١,٩	٠,٠	٠,٠	١٠٠,٠	٠,٠	٠,٠
كعكة	٣,٦	١,٧					
جريش جلوتين (٦٠٪ بروتين)	٥,٨	٢,٨					
ذوائب سائل النقع	٧,٥	٣,٦	-	٤٦,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠
فقد	٠,٢	٠,١					
علف	٢٢,٦	١١,٠	ألياف + كعكة الجنين + ذوائب سائل النقع لتعطى ٢١٪ بروتين				
جريش بعد الاستخلاص بالمذيب			٢٠,٠	٢٥,٠	١,٠	١٠,٠	٢٥,٠
جلوتن			١٨,٠	٧٠,٠	٧,٠	٢,٠	-
زيت			٠,٠	٠,٠	١٠٠,٠	٠,٠	٠,٠

أ- نواتج العلف feed products: عادة تضم الألياف وجريش الجنين بعد إستخلاص الزيت وسائل النقع معاً وتباع جافة أومبتلة كعلف جلوتن الذرة الذى يحتوى على الأقل ٢١٪ بروتين عند ١١٪ رطوبة. أما جريش جلوتن الذرة corn gluten mreal فله قيمة أعلا كمكون للعلف نظراً لإحتوائه على نسبة عالية من البروتين وكذلك على فيتامين أ والزانثوفيل. وهو يحتوى على ٦٠٪ بروتين عند ١١٪ رطوبة ولكنه قد يسوق على ٤١٪ بروتين حيث يخفف بعلف جلوتن الذرة corn gluten feed. والزانثوفيل يفيد فى تلوين جلد الدواجن والبيض.

أما جريش الجنين بعد إستخلاصه فيباع مع أجزاء أخرى كعلف جلوتن الذرة ولكن قد يستعمل بعض منه كحاملات للفيتامينات والمعادن حيث يمتص كميات كبيرة من الماء والزيت.

ب- النشا starch: النشا هو الناتج الأساسى فى الطحن المبتل للذرة وهو يستخدم بدون تغيير أو يحور modified بالحرارة أو الكيماويات أو الإنزيمات أو يحول إلى سكر للتحلية أو للتخمير. والنشا يجب أن يكون نقياً ٩٩٪ ولايحتوى على أكثر من ٠,٣٪ بروتين إذ أن الشوائب تغير من وظائف وخواص النشا.

ويمكن إنتاج نشا طبيعى غير متغير native بخواص مختلفة: عادى normal، شمعى waxy وعالى الأميلوز high amylose والأخيران ثمنهما مرتفع. ويتكون النشا العادى من حبيبات شبه كروية لها قطر يتراوح مابين ٥ - ٣٠ ميكرومتر µm وتعطى ظاهرة الإنكسار المزدوج birefringence تحت المجهر بإستخدام الضوء المستقطب. وهذه الحبيبات تحتوى على مناطق متبلرة وأخرى غير متبلرة. ونشا الإنبعاج dent العادى يحتوى على ٢٦-٢٨٪ أميلوز وعلى ٧٢-٧٤٪ أميلوبكتين. والشمعى يحتوى على ٩٩٪ أميلوبكتين و١٪ أميلوز ويحتوى الأميلوميز amylomaize على ٢٠-٥٠٪ أميلوبكتين، ٥٠ - ٨٠٪ أميلوز. وبالتسخين فإن المناطق المتبلرة تضطرب وتفقد الإنكسار المزدوج birefringence وتنتفخ الحبيبة ويخرج الأميلوز منها وبإستمرار التسخين فإن الحبة تتفتت ويكتمل التجلتن gelationization وتزيد لزوجة محلول النشا (العجينة paste) مع تقدم التجلتن وتقاس خواصها بإستخدام جهاز اللزوجة لبرابندر viscoamylograph.

و٣٥٪ من نشا الذرة يستخدم فى الإستخدامات الغذائية ومنها صناعة البيرة والكيماويات والأدوية والتعليب والحلويات ومنتجات الخبيز وكمثبتات ومنتجات ومساعدات فى تكوين الجل gelling agents أما بقية الـ ٦٥٪ من ناتج النشا فتستخدم فى منتجات غير غذائية مثل لواصق للورق وفى صناعة النسيج وأخيراً أنتج منها أنواع من المواد اللدائن (٦٪ نشا) تساعد على تكسير degrading البوليمرات المحضرة من البترول.

ويبين الجدول رقم (٣) مكونات وخواص النشا التجارى.

ج- الردة bran: تحتوى ردة الذرة بعد تنقيتها على ٩٢٪ ألياف غذائية وهى تستخدم فى مشروبات

الحمية dietary beverages وفى حبوب الإفطار والأكلات الخفيفة snack foods ومنتجات الخبز الأخرى وبجانب الألياف الغذائية فهى تحتوى على ٢٢٪ سيليولوز، ٥٪ بروتين، ٥٪ نشا و٣٪ دهن، ٠,٠٤ رماد وقوة إحتفاظها بالماء تبلغ ٣,٥جم ماء/جم.

جدول (٣): مكونات وخواص نشا الذرة التجارى.

المكونات	نشا ذرة عادي	نشا ذرة شمعي
الرطوبة	١١	١١
نشا	٨٨	٨٨
الجزء كاميلوز	٢٨	٠,٠
الجزء كاميلوبكتين	٧٢	١٠٠
بروتين (ن×٦,٢٥)	٠,٣٥	٠,٢٨
مستخلص ايثيرى	٠,٠٤	٠,٠٤
دهن كلى	٠,٨٧	٠,٢٣
ألياف	٠,١	٠,١
رماد	٠,١	٠,١
كب أ,	٠,٠٠٠٤	–
الخواص		
متوسط حجم الحبيبة (ميكرومتر µm)	٩,٢	–
مدى حجم الحبيبة	٥–٣٠	–
مدى درجة حرارة التجلتن	٦٢–٧٢	٦٣–٧٢
مقدار الانتفاخ عند ٩٥°م ٪	٢٤	٦٤
الذوبان عند ٩٥°م ٪	٢٥	٢٣
التركيز الحرج عند ٩٥°م ٪	٤,٤	١,٦
درجة حرارة التعجين بالبرابندر (٨٪، °م)	٧٥–٨٠	٦٥–٧٠
قيمة اللزوجة فى البرابندر (٨٪ وب BU)	٧٠٠	١١٠٠
قوام العجينة	قصير	طويل
روقان العجينة paste clarity	معتم opaque	شفاف transluscent
مقاومة القص resistance to shear	متوسطة	منخفضة
معدل الانحطاط retrogradation rate	مرتفع	مرتفع جداً
الكثافة النسبية	١,٥	١,٥
كثافة الحجم bulk density	٤٤–٤٥	٤٤–٤٥

د– زيت الذرة: يستخرج من الجنين الناتج من كل من الطحن الجاف والمبتل للذرة ولكن لأن الجنين الناتج من الطحن الجاف يحتوى ١٨٪ (وزن جاف) زيت فقط فإنه يمكن تحضير رقائق رفيعة منه ثم يستخلص بالهكسان، أما الجنين الناتج من الطحن المبتل فنسبة الدهن فيه عالية (٥٢٪ وزن جاف) وعلى ذلك فلايستطاع تحضير رقائق منه تتحمل عملية الإستخلاص ولذا فإنه يسخن ويستخلص حلزونياً لخفض نسبة الدهن فيه إلى ١٨–٢٠٪ قبل الإستخلاص بالهكسان وعموماً ففى كلتا الحالتين فإن جريش الجنين بعد إستخلاص الدهن يحتوى على أقل من ١,٢٪ دهن.

ويجرى تكرير refining الزيت من الشوائب لينتج زيت ليس له طعم bland ولونه أصفر باهت ولايتعكر فى الثلاجة. وكثيراً مايهدرج زيت الذرة جزئياً لينتج دهن شبه لدائنى يصلح للإستخدام فى عمل المرجرين. ورغم الهدرجة الجزئية فهو يستمر محتوياً على مقدار من الأحماض عديدة عدم التشبع.

ويعمل كل من إنخفاض نسبة حمض اللينوليك وإرتفاع نسبة مضاد الأكسدة التوكوفيرول على ثبات عال لهذا الزيت ضد الأكسدة. وكذلك فإن إرتفاع درجة حرارة التدخين smoke point وإنخفاض نقطة التصلب يجعل هذا الزيت صالحاً كزيت للطبيخ والسلطة على التوالى.

ويحتوى زيت الذرة المكرر على ٩٨,٨٪ جليسريدات ثلاثية منها ١٢,٩٪ مشبعة، ٢٤,٨٪ وحيدة عدم التشبع، ٦١,١٪ عديدة عدم التشبع بنسبة عدم التشبع إلى تشبع تبلغ ٤,٨٪.

وهو يحتوى على ١١,١ – ١٢,٨٪ حمض بالمتيك و ١,٤ – ٢,٢٪ حمـض ستياريك و ٢٢,٦ – ٣٦,١٪ حمض أولبيك و ٤٩,٠ – ٦١,٩٪ حمض لينوليك، ٠,٤ – ١,٦٪ حمض لينولينيك و ٠,٢٪ حمض أراكيديك، ٠,٠٤٪ فوسفوليبيدات وأحماض دهنية حرة ٠,٠٢ – ٠,٠٣٪ وفيتوستيرولات ١,١٪ وتوكوفيرولات ٠,٠٩٪.

وله معامل إنكسار قدره ١,٤٧٠ – ١,٤٧٤ ورقم يودى ١٢٥ – ١٢٨ ومواد غير متصبنة ١,٢٪ وإختبار تبريد cold test ٢٤ ساعة ونقطة تجمد من -١٠ إلى -٢٠°م ونقطة إنصهار من -١٦ إلى -١١°م ونقطة تدخين من ٢٢١ – ٢٦٠°م ونقطة وميض ٣٠٢ – ٣٣٨°م وكثافة نسبية ٠,٩١٨ – ٠,٩٢٥ وعديم الطعم والرائحة واللون تبعاً للوفيبوند٢٠ – ٣٥ أصفر ، ٢,٥ – ٥,٠ أحمر.

هـ- بروتين الذرة – زيين zein: يكون الزيين ٤٧٪ من جريش جلوتن الذرة ومن الوجهه الغذائية فإنه فقير فى الليسين والتربتوفان وهو يذوب بصعوبة فى الماء ولكن بسهولة فى ٧٠٪ إيثانول وهذه الخاصية تستغل فى تحضيره صناعياً فهو يستخلص من جريش جلوتن الذرة بواسطة إيثانول مائى ساخن ثم يعامل المستخلص بالصودا الكاوية ويبرد ويحمض ويرشح ثم يستخلص المستخلص بإستخلاص سائل : سائل لإزالة الزيت والكاروتينويدات وبعض الإيثانول ويرسب البروتين بإضافة ماء بارد ويرشح ثم يجفف.

والزيين يقاوم الماء بشدة ويكون أفلاماً وأليافاً جشبة ومقاومة للكائنات وأغطيته coatings جشبة ولامعة glossy ومقاومة هـن وهو يستخدم كمانع للرطوبة والأكسجـ فى النُقْل والحلوى) وفى الأدوية وغير ذلك ـمن الإستعمالات غير الغذائية.

تحويل أجزاء الذرة الخام إلى مكونات وكيماويات ذات قيمة مضافة

conversion of raw fractions into value-added ingredients & chemicals

بعد الحصول على أجزاء الذرة يمكن إستخدام طرق كيماوية أو حيوية (إنزيمية أو كائنات دقيقة) لتحويلها ومنها:

أ- أنواع النشا المحور modified starches

وعادة تجرى عمليات التحويل مع الطحن المبتل حيث أن معظم التفاعلات تتم فى وسط مائى فى التقن بعد خطوة غسل النشا فى الطحن المبتل وبذا يمكن توفير خطوة تجفيف. وأهم التحويرات هى ترفيع النشا بالحمض acid thinning وعمل الدكسترينات وتحضير النشا المجلتن pregelatinization والأكسدة والتبييض (إزالة اللون) وعمل المشتقات derivatizing.

وبمعاملة النشا بالحمض بطريقة منضبطة فإن عدداً صغيراً من الروابط الجليكوسيدية بين وحدات الجلوكوز تتحلل ويضعف تركيب حبيبة النشا مما يؤدى إلى إنخفاض اللزوجة فى العجينة الدافئة ولكن يسمح للنشا بالإحتفاظ بميل قوى لتكوين جل عند التبريد وهى خواص هامة فى عمل اللبان/العُلاَك chewing gum وفى مغطيات الورق coatings. وبالأكسدة يمكن خفض اللزوجة وتغيير الخواص الوظيفية للنشا. وتتم الأكسدة بإستخدام هيبوكلوريت الصوديوم الذى يؤكسد

المجموعات الادروكسيلية بطريقة عشوائية إلى مجموعات كربوكسيلية وكربونيل مع كسر الروابط الجليكوسيدية وعند الوصول إلى الدرجة المرغوبة من الأكسدة يتم وقف التفاعل بإضافة بيكبريتيت الصوديوم. والنشا المؤكسد يحتفظ بتركيبه الحبيبي ولايذوب الماء ويكون عجائن رائقة clear pastes مع ميل أقل للثخانة بالتبريد وكذلك يعطى أفلاماً رائقة جشبة ويستخدم فى نشا الغسيل (المكوى) وفى إنتاج الورق.

إما إنتاج الدكسترين فهو عملية تسخين جاف وتحميص مع إستخدام عامل مساعد حمضي أو قلوى أو عدم إستخدامه والحبيبة تضعف ولكنها لاتتكسر وتنتفخ إذا علقت فى الماء وسخنت وتنفصل طبقات من الحبيبة وتنتشر. والدكسترينات لزوجتها أقل وكذلك ميلها لتكوين جل أقل فتذوب بدرجة ملحوظة فى الماء البارد وتنتج أفلاماً تلتصق tacky films.

ويمكن بطبخ النشا قبل التجفيف أن يتم جلتنة النشا وعندما تعلق لتكون تِقْنا slurried فى الماء يكون لها خواص مشابهة للنشا المجلتن بدون الحاجة لطبخ إضافي وهذا يسهل تحضير النواتج الفورية instantized مثل البودنج الفورى.

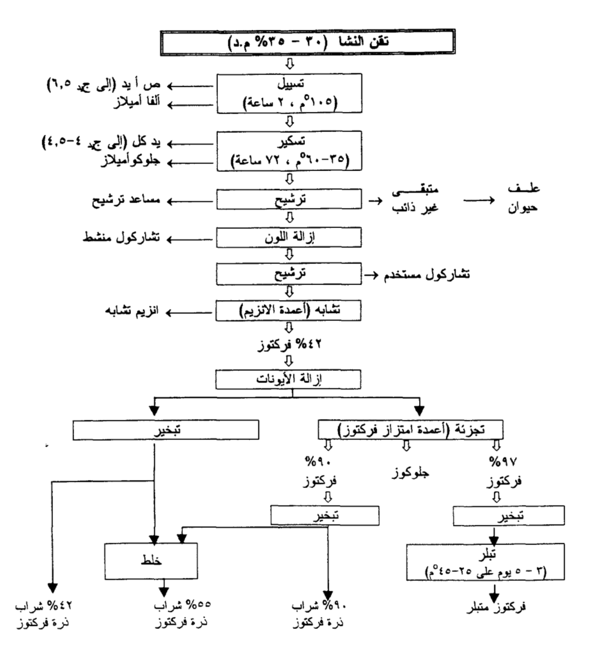
ويمكن تحضير نشا أبيض بمعاملة النشا بكميات صغيرة من فوق أكسيد الايدروجين أو أى عامل تبييض وذلك دون أن تتغير وظائف النشا إلى درجة كبيرة

ويمكن عمل مشتقات النشا بالتعامل مع مجموعات الايدروكسيل وهناك نوعان من المشتقات: مشتقات تشابكية cross-linked يكون للصل sol فيها ثبات أكثر ضد القص shear والحرارة والحمض. وتحضر بتفاعل مجموعات ايدروكسيل فى جزينين مختلفين داخل الحبيبة الواحدة لتكون فسفات ثنائى النشا distarch phosphates أو أديبات النشا أو distarch adipates. وكذلك يشتق من النشا مايثبت ضد تكوين جل بإدخال مايتدخل مع الروابط الايدروجينية الداخلية والمتبادلة فى الجزيئات inter and intramolecular. وهناك مشتقات تعطى خواص وظيفية خاصة مثل زيادة سعة الإرتباط بالماء أو اللزوجة أو تعطيل الإنحطاط أو إعطاء شحنة موجبة أو تحسين ثبات التجميد-التيع وتخفق عن طريق إدخال مجموعات فوسفات أو أيدروكسى إيثايل أو أيدروكسى بروبايل أو خلات أو سكسينات أو كاربوكسيميثايل أو مجموعات موجبة أو مجموعات الذانثات xanthate.

ب- محليات الذرة corn sweeteners

كون النشا بوليمر لسكر الجلوكوز فإنه يمكن تحليل النشا للحصول على السكر ويمكن بالتحليل الحمضي للنشا كسر كل من الرابطتين الجليكوسيدتين ألفا ١-٤ وألفا ١-٦ والحلمأة الحمضية للنشا هى الخطوة الأولى فى إنتاج محليات الذرة ولكن هذه الحلمأة لها تفاعلات جانبية عديدة تغمق من لون المحلول وعلى ذلك فإستعمال الحمض يقتصر على ترفيع النشا وجعله أكثر عرضة لفعل الإنزيم. وكذلك ترفيع النشا يمكن أن يتم بجلتنته فى وجود الإنزيم البيتا أميلاز β-amylase الثابت ضد الحرارة. والألفا أميلاز

يهاجم النشا عند النهايات (داخلياً) endo منتجاً سكريات عديدة ذات وزن جزيئي عال مثل المولت دكسترينات. وبعد ترفيع النشا بالحمض فإنه يعادل ويرشح ويزال لونه قبل معاملته بإنزيم الجلوكوأميلاز (أميلوجلوسيداز) الذى يحلل النشا إلى جلوكوز وحدة بعد الأخرى على طول السلسلة بتحليله لكل من الرابطتين ألفا ١-٤ ، ألفا ١-٦ أو أن النشا المرفع يعامل بإنزيم البيتا أميلاز الذى يحلل روابط الألفا ١-٤ بالتبادل (يحلل واحدة ويترك التالية وهكذا) الجليكوسيدية بطريقة خارجية (exo) وينتج مالتوز وسكريات أخرى حيث الروابط الألفا ١-٦ على الأميلوبكتين توقف التفاعل.



صورة (٣): إنتاج محليات شراب الذرة عالى الفركتوز

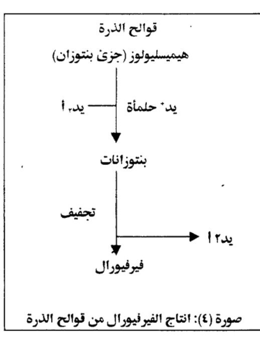
وتتوقف درجة حلاوة الشراب الناتج على المدى الذى يصل إليه التفاعل. ويمكن تركيز شراب الذرة وتجفيفه لينتج جوامد شراب الذرة corn syrup solids. وتقاس الحلمأة hydrolysis وقدرة الإختزال للشراب بالنسبة للجلوكوز بمايعرف بإسم مكافىء الدكستروز (م.د D.E dextrose equivalent وكلما كان مكافىء الدكستروز مرتفعاً كلما كان الشراب أكثر حلاوة.

ولما كان الفركتوز أكثر حلاوة جداً من الجلوكوز وكذلك أكثر حلاوة من السكروز فإنه بتحويل شراب الجلوكوز إلى شراب يحتوى الفركتوز فإنه يمكن الوصول إلى نفس مقدار الحلاوة بإستخدام قدر أقل من الشراب أى قدر أقل من السعرات. ولإنتاج شراب ذرة عالى الفركتوز (ش.ذ.ع.ف HFCS) تتبع الخطوات الأولى المتبعة فى إنتاج شراب جلوكوز عالى مكافىء الدكستروز. ويعامل شراب الجلوكوز بإنزيم ايزوميراز الجلوكوز لينتج شراب فى حالة توازن يحتوى على ٤٢٪ فركتوز و٥٢٪ جلوكوز و٦٪ سكريات أعلا. ويثبت الإنزيم على دعامة صلبة حتى يمكن للتفاعل أن يكون مستمراً فى مفاعل عمودى ولايفقد الإنزيم المرتفع الثمن. ويمكن الحصول على ٩٨٪ فركتوز بحيث يمكن بلورة الفركتوز. وعادة يخلط ٩٠٪ شراب فركتوز مع شراب ذى تركيز أقل بحيث تحث أعمدة التشابه isomerization columns لإنتاج شراب فركتوز ٥٥٪ وهو الأكثر طلباً من (ش.ذ.ع.ف) فى السوق. وشراب ٥٥٪ فركتوز له نفس حلاوة السكر المحول invert sugar بالنسبة للأوزان المتكافئة.

وقد يزداد إستهلاك أشربة الذرة عالية الفركتوز (ش.ذ.ع.ف) فى الفترة الأخيرة وأصبحت تمثل ٩١٪ من المحليات المستخدمة فى المشروبات الخفيفة غير الكحولية كما تستخدم فى منتجات الخبيز والتعليب ومنتجات الألبان والحلويات وغيرها وكذلك فى منتجات غير غذائية.

ج- إنتاج الفيرفيورال من قوالح الذرة furfural production from corn cobs

تطحن قوالح الذرة وتقطر تهديمياً destructive distillation مع حمض كبريتيك وجزء الهيميسليلوز (زيلان xylan) فى جدر الخلايا يتحلل إلى سكريات خماسية وهذه تجفف بالحرارة إلى فيرفيورال الذى يحصل عليه بالتقطير بالبخار steam distillation. والفيرفيورال إما يسوق أو تنتج منه مشتقات كيماوية أو نواتج أخرى.



صورة (٤): انتاج الفيرفيورال من قوالح الذرة

(Johnson)

الذرة الرفيعة sorghum

(Rooney & Sernu-Saldivar)

الاسم العلمى *Sorghum bicolor* L. Moench

الفصيلة/العائلة: نجيلية Gramineae

الذرة الرفيعة تتميز بتحملها الجفاف والتكيف للظروف الإستوائية وقد يزرع مع الذرة والبقول والدخن وهو خامس الحبوب إنتاجاً فى العالم.

والذرة الرفيعة هى الغذاء الرئيسى فى كثير من البلاد الأفريقية والهند. والذرة الرفيعة منها ماهو للحبوب grain وماهو للعلف forage والذرة الرفيعة الحلوة sweet والرعى grassy or grazing.

فالذرة الرفيعة للحبوب قصيرة ويمكن حصدها بالمكن، فى حين أن الذرة الرفيعة للعلف forage طويلة وتنتج علفاً fodder وحبوب للحيوانات وكغذاء للإنسان. وأنواع الذرة الرفيعة الشمعية تحتوى نشا يتكون من ١٠٠٪ أميلوبكتين. والذرة الرفيعة الحلوة تعطى عصيراً محتواه من الكربوايدرات الذائبة عال بحيث يمكن تصنيع شراب وسكر منها كما يمكن تخميرها إلى كحول. وتستخدم السيقان الطويلة والبذور كوقود أو كمواد بناء فى أفريقيا والهند. ورماد الذرة الرفيعة يُنْضَضْ leach لإنتاج قلوى يستخدم فى بعض الأغذية التقليدية.

وتقسم الذرة الرفيعة إلى أصناف عالية فى التانينات high tannin أو منخفضة فيها low tanin. فالأصناف البنية العالية فى التانين قيمتها الغذائية منخفضة. وتزرع لمزاياها فى مقاومة الطيور وإنخفاض الضمور weathering والعدوى بالفطر ولتنبيت الحبة sprouting. أما الأصناف الأخرى فلاتحتوى على تانينات مكثفة ويمكن الإشارة إليها بأنها خالية من التانينات. والقيمة الغذائية للذرة الرفيعة تشابه تلك الخاصة بالذرة *Zea mays*. وأصناف الذرة الرفيعة والخالية من القصرة ذات الصبغة هى المفضلة فى عمل الأغذية التقليدية.

التركيب والخواص الطبيعية structure & physical properties

حبة الذرة الرفيعة kernel حبة/بُرَّة عارية naked caryopsis ولكل ١٠٠٠ حبة مدى وزن من ٣ - ٨٠ جم فالحجم والشكل يختلف كثيراً. ولكن حبوب هجن الذرة الرفيعة التجارية لها شكل دائرى مفلطح flattened-spherical ٤ مم فى الطول، ٢مم فى العرض، ٢,٥ مم فى السمك ووزن الألف حبة ٢٥-٣٥جم وإختبار الوزن وكثافة الحبة تتراوح مابين ٥٥ - ٦١ رطل لكل بوشل، 1.26 - ١,٢٨ جم/سم^{3} على التوالى.

والأجزاء التشريحية لحبة الذرة الرفيعة تتكون من ثلاثة أجزاء رئيسية: الغلاف الثمرى الخارجى pericarp والسويداء (نسيج التخزين) والجنين. وتبلغ نسبها فى المتوسط ٦، ٨٤، ١٠٪ على التوالى. ويقسم الغلاف الثمرى إلى خارجى epicarp ومتوسط mesocarp وداخلى endocarp والأول عادة مغطى بطبقة شمعية رفيعة والمتوسط يختلف فى السماكة من بقايا خلايا قليلة بها قليل من حبيبات النشا إلى ٣ - ٤ طبقات من الخلايا تحتوى العديد من حبيبات النشا مما يجعل الذرة الرفيعة الحبة الوحيدة التى تحتوى على النشا فى

هذا الجزء التشريحى. أما الداخلى فيتكون من خلايا صليبية وأنبوبية cross & tube cells.

وتحتوى القصرة فى الأصناف التى تحتوى نسبة عالية من التانين على طبقة سميكة بها صبغات أما الأصناف المنخفضة فى التانين فليس بها القصرة ذات الصبغات.

والسويداء التى تتكون من الطبقة البروتينية aleurone layer والمساحات الطرفية peripheral والقرنية corneous والدقيقية floury فهى نسيج التخزين الرئيسى. والطبقة البروتينية aleurone تتكون من طبقة واحدة من خلايا مستطيلة تحتوى كميات كبيرة من الأجسام البروتينية مع وجود مضمنات inclusions تحتوى فيتين phytin وأجسام زيتية oil bodies ومعادن وأنزيمات. ونسب كل من البروتين والنشا فى السويداء هى العامل الهام المؤثر على صلابة الحبة وكثافتها. فكل خلية سويداء تتكون من جدار خلوى رفيع وتركيب بروتينى وأجسام بروتينية وحبيبات النشا. ويتراوح حجم حبيبات النشا مابين ٤، ٢٥ميكرومتر μm (فى المتوسط ١٥ ميكرومتر μm) وفى السويداء القرنية يكون للبروتين سطح بينى interface مستمر بين حبيبات النشا مع كون الأجسام البروتينية مغروسة embedded فى التركيب البروتينى matrix. وتتكون السويداء الطرفية (الجزء الخارجى) من السويداء القرنية من عدة طبقات من الخلايا معبأة بكثافة وتحتوى على كميات كبيرة من البروتين وحبيبات نشا صغيرة عديدة الجوانب polygonal والسويداء القرنية شفافة (زجاجية) أما السويداء الدقيقية فلها شبكة بروتينية غير مستمرة مع وجود حبيبات النشا معبأة بحبيبات (النشا) غير متماسكة loosely packed فى خلاياها. ولهذا فإن هناك فراغات بين حبيبات النشا الكروية والجزيئات فى تركيب البروتين مما يعمل على تحييد diffract الضوء مما يعطى مظهر معتم أو طباشيرى chalky.

ويتكون الجنين من جزئين رئيسيين: المحور الجنينى embryonic axis والحرشفة scutellum والمحور الجنينى مع الساق الجنينية plumule والجذر الأولى primary root تكون النبات الجديد فى حين أن الحرشفة scutellum هى نسيج الخزين الاحتياطى reserve tissue وبه كميات كبيرة من الزيت spherosomes والبروتين والإنزيمات والمعادن.

مظهر حبة الذرة الرفيعة
appearance of sorghum grain

تؤثر عوامل وراثية على لون الغلاف الثمرى pericarp وسماكته والقصرة ذات الصبغات والسويداء ولون القنبعة glume.

كما تؤثر عوامل البيئة مثل الحشرات والفطر والجو الساخن والرطب أثناء النضج على مظهر وجودة الحبوب حيث تضمر الحبة وتتدهور. وحيث تهاجم الحشرات الحبة فإنها تفرز فينولات تصبغ البقعة التى تم عندها مهاجمة الحشرة. والفطر يغير من لون الحبة ويكسر الحبة ويقلل من صلابتها ويؤثر على عوامل تصنيعها جوهريا.

أقسام الذرة الرفيعة التجارية

sorghum market classes

يعترف مكتب الولايات المتحدة الفيدرالى للتفتيش على الحبوب بأربعة أقسام للذرة الرفيعة: ١- ذرة رفيعة بنية ذات قصرة سميكة ملونة. ٢- درة رفيعة بيضاء حبوبها لها غلاف ثمرى بدون قصرة ذات صبغات ولاتحتوى على أكثر من ٢٪ حبوب ذات غلاف ثمرى ملون. ٣- ذرة رفيعة صفراء تحتوى على حبوب لها غلاف ثمرى من أى لون ولكن لاتحتوى على أكثر من ١٠٪ حبوب ذرة رفيعة بنية. ٤- القسم المختلط يتكون من الذرة الرفيعة التى لاتحقق المتطلبات المذكورة فى الأقسام الثلاثة السابقة.

وتتوقف الدرجة grade على: وزن البوشل ونسبة الرطوبة والحبوب التالفة والمكسورة والمواد الغريبة وعوامل أخرى.

وتحتوى الذرة الرفيعة البنية على تانينات مكثفة condensed tannins تؤثر على القيمة الغذائية سلبياً فى حين أن الذرة الرفيعة والبيضاء تخلو منها.

التكوين composition

يتأثر تكوين الذرة الرفيعة جوهرياً بالعوامل الوراثية والبيئية فالتسميد النتروجينى العالى يزيد من البروتين وينقص من الكربوايدرات وتزيد البرولامينات الفقيرة فى الليسين. والأصناف الغنية فى الليسين قليلة المحصول وسويداؤها طرية دقيقة. ومعظم الأصناف تحتوى حبوبها على ٧٠ - ٨٠٪ أميلوبكتين متفرع و ٢٠ - ٣٠٪ أميلوز. ولكن الأصناف الشمعية أو الجلوتينية فيها ١٠٠٪ أميلوبكتين. والدهن فى الذرة الرفيعة تقل نسبته عن الذرة بمقدار ١٪ بينما تزيد نسبة البروتين بمقدار ١-٢٪. ويوجد ٨٠٪ من البروتين فى السويداء، ١٦٪ فى الجنين، ٣٪ فى الغلاف الثمرى.

وتمثل الكافيرينات kafirins الذائبة فى الكحول ٥٠٪ من البروتين وهى غير محبة للماء hydrophobic وغنية فى البرولين وحمض الإسبارتيك ولكن بها قليل من الليسين وتوجد أساسياً فى الأجسام البروتينية التى تزيد بزيادة نسبة البروتين. والجلوتيلينات glutelins ثانى أهم أجزاء البروتين وأصعبها فى الإستخلاص وهى ذات أوزان جزيئية مرتفعة وتكون التركيب البروتينى (الشبكة) matrix. والألبيومينات التى تذوب فى الماء والجلوبيولينات التى تذوب فى المحاليل الملحية توجد فى الجنين وبها أعلا قدر من الليسين.

والليسين والثريونين هما الحمضان الأمينيان المُحَدِدَان فى الدرة الرفيعة حيث أنها لاتعطى إلا ٤٥٪ فقط من المقدار الذى توصى به هيئة الأغذية والزراعة وهيئة الصحة العالمية (٥،٤٤ جم/١٠٠ جم بروتين)

وتقل نسبة السكر مع الإقتراب من النضج الفسيولوجى وأهم الذائب من السكريات هو السكروز والجلوكوز والفركتوز كما توجد كمية صغيرة من المالتوز. الذرة الرفيعة السكرية فيها ضعف كميات السكر الموجود فى الذرة الرفيعة العادية ويوجد بها رافينوز وجلوكوز/فركتوز بنسب عالية بالنسبة للذرة الرفيعة العادية.

والبنتوزان الذائب فى الماء تبلغ نسبته ٠،٩٪ والذائب فى القلوى ٠،٤٢٪ ومعظمها فى الغلاف

الثمرى الذى يوجد به أيضاً معظم الألياف الخام التى تتكون من السليولوز والهيميسليولوز وكميات صغيرة من اللجنين وهذا الجزء يتعلق بالمركبات الفينولية مثل حمضى الفيروليك والكافييك. والجنين به ٨٠٪ من الزيت كما يوجد دهن فى الطبقة البروتينية ونسبة حمض البالمتيك تبلغ ١٤,٣٪ والأولييك ٣١٪ واللينولييك ٤٩٪ واللينولينيك ٢,٧٪ ويمثل المستخلص الإيثيرى ٣,٤٪ من وزن الحبة. ويمكن تبادل زيتى الذرة والذرة الرفيعة المكررين.

وتحتوى الذرة الرفيعة على ٠,٠٥٪ كالسيوم، ٠,٣٥٪ فوسفور، ٠,٣٨٪ بوتاسيوم، ٠,٠٥٪ صوديوم، ٠,١٩٪ مغنيسيوم وبالملليجرام/كيلو جرام ٥٠ حديد، ٣,١ كوبلت، ١٠.٨ نحاس ، ١٦,٣ منجنيز، ١٥,٤ زنك.

ومن الفيتامينات فحبة الذرة الرفيعة الكاملة بها بالملليجرام/كيلو جرام ثيامين ٤,٦٢ ، ريبوفلافين ١,٥٤ ونياسين ٤٨,٤ وبيرودوكسين ٥,٩٤ وحمض بانتوثينيك ١٢,٥٤ وكولين ٧٦١.٢ ، وبيوتين ٢,٩ وحمض الفوليك ٠,٢٠ وكاروتين ١,٣٢ (الأصناف الصفراء بها كميات أكثر من الكاروتين).

التانينات والفينولات العديدة
tannins & polyphenols

تحتوى أصناف الذرة الرفيعة على فينولات مما يؤثر على اللون والمظهر والقيمة الغذائية. وهذه المواد تقسم إلى أحماض فينولية وفلافونويدات وتانينات. وكل الأصناف تحتوى أحماضاً فينولية ومعظمها يحتوى فلافونويدات ولكن الأصناف البنية فقط تحتوى تانينات مكثفة (نوع II أصناف ذرة رفيعة بها قصرة ذات صبغات بدون مورث dominant spreader ونوع III أصناف بها قصرة ذات صبغات ومورث (dominant spreader gene) والنوع I به أصناف بدون قصرة. والفلافونويدات مشتقات من حمضى البنزويك والسيناميك وأهم الفلافونويدات هى الفلافانات flavans.

والتانينات تحمى الحبوب من الحشرات والطيور والكائنات الدقيقة ولكنها تعطى المنتجات الغذائية القاعدية (مثل التورتيلا والتو tô ألواناً متغيرة غير مقبولة).

الإستخدام الصناعى industrial utilization

أ- الطحن المبتل wet milling

يوجد فى السودان مصنع حديث لنشا الذرة الرفيعة قدرته ١٥٠ طن/اليوم. وطريقة الطحن المبتل للذرة الرفيعة تشبه تلك المستخدمة مع الذرة ولكن تختلف فى صعوبة فصل النشا والجلوتن. إذ أن الغلاف الثمرى للذرة الرفيعة هش أكثر من مقابله فى الذرة وبذا جزيئات صغيرة منه تعطل فصل النشا والبروتين وتسبب تغير لون النشا. ولكن خواص نشا الذرة الرفيعة وكذلك زيتها يشابهان تلك المستخلصة من الذرة. وإن إحتاج الأمر إلى تبييض نشا الذرة الرفيعة لإزالة الفينولات العديدة كما يحتاج إلى طاقة أكثر قليلاً فى الطبخ وأصعب فى الحصول على إتاء عال منه. أما الزيت فإنتاجه أقل من الذرة ويحتاج إلى تكريرأكثر. وكذلك الجلوتن لايحتوى صبغات كاروتينية وهذا مرغوب فى تغذية الدواجن فحتى الذرة الرفيعة الصفراء ينقصها الصبغات الكافية.

ونظراً لصغر حجم حبة الذرة الرفيعة فإن مطاحن إزالة الجنين تحتاج الى اسنان طحن اكثر والى تغييرات فى زمن النقع للحبة إثناء الطحن

نشا الذرة الرفيعة sorghum starches

تم إنتاج النشا من ذرة رفيعة شمعية وغير شمعية وهي تشبه في الخواص والاستعمالات نشا الذرة. ويتميز النشا من الذرة الرفيعة الشمعية بالعجينة الرائقة paste clarity وعلو المقدرة على ربط الماء ومقاومة تكوين الجل وكذلك مقاومة الأنحطاط. والعجائن تميل للخيطية stringy ومتماسكة cohesive.

ويمكن تحويل النشا الذرة الرفيعة إلى شراب الجلوكوز السائل

١- تسخين تقن النشا (٣٠٪ وزن حجم) على ١٠٥°م/٥ دقائق

٢- تسييل التقن المجلتن بواسطة الترماميل (ألفا أميلاز ثابت ضد الحرارة) على ٩٥°م لمدة ساعتين ورقم جيد = ٦.٥

٣- تبريد التقن الى ٦٠°م.

٤- تسكير saccharifying (تحويلها الى سكر) البيئة السائلة بواسطة انزيم الأميلوجلوكوسيداز لمدة ٧٢ ساعة

٥- المعاملة بالفحم المنشط لإزالة الصبغات

الطحن الجاف dry milling

يمكن اجراء الطحن الجاف بعدة طرق وبذا فإن من النواتج تختلف فمثلاً:

أ- **التقشير وإزالة الجنين decortication degerming**: تهيىء الحبة tempered وتقشر بالإحتكاك والحبة المقشرة تهيىء ويزال الجنين بطريقة الطحن بالصدمة impact milling أو الطحن بالدبوس pin milling وتفصل الأجزاء بالنخل والجاذبية. والناتج ١٦٪ علف به ٩٪ دهن، ٧٪ جنين به ١٥٪ دهن، ٢٣٪ دقيق به ٣٪ دهن وكسر+٢٠ grits +20 به ٠,٥٪ دهن وكسر+١٤ grits +14 به ٠,٨٪ دهن.

ب- **تقشير وطحن decortication grinding**: تهيىء الحبوب وتقشر بالإحتكاك ثم تدق بالهاون mortar & pestle أو مقشرات ميكانيكية mechanical dehullers (مضارب الأرز أو المطاحن ذات أقراص الإحتكاك) ويعمل التهيئة أو الضبط tempering على الإحتفاظ بقدر أكبر من نسيج الجنين مع الحبة kernel. وتبعاً لطريقة الطحن grinding فيحصل على حبوب كاملة مقشرة أو دقيق و/أو جريش وعادة يزال من ١٠-١٥ من وزن الحبة معظمه من نسيج الغلاف الثمري. ويتوقف التكوين على درجة التقشير ولكن عادة تبقى نسبة جوهرية من الجنين مع السويداء بحيث يحتوى الناتج على ٢٪ دهن أو أكثر مما يجعل القيمة الحفظية منخفضة.

ج- **الطحن بالإسطوانات roller milling**: تهيىء أو تضبط حبوب الذرة الرفيعة وتطحن فى مطاحن القمح الاسطوانية ويحصل على دقيق عالي الإستخلاص (٩٠٪) وآخر أقل

إستخلاصاً (٧٠٪) وهى تحتوى على ٢,٨٪، ٢,٠٪ دهن على التوالى.

د- الطحن شبه المبتل بالاسطوانات semi-moist roller milling: تهيىء الحبوب إلى ٣٠ - ٣٥٪ رطوبة وتطحن فى أسطوانات دقيق القمح والناتج دقيق أكثر بياضاً حتى مع الحبوب البنية وهذه الطريقة مازالت تحت التجربة ولكن نظراً لوجود مطاحن القمح فربما ثبت نفعها.

ومعظم الأغذية التقليدية الأفريقية والهندية تحضر من دقيق الذرة الرفيعة المقشرة.

إنتاج الكحول alcohol production

تستخدم حبوب الذرة الرفيعة وكذلك الكتلة الحيوية biomass للذرة الرفيعة الحلوة لإنتاج الإيثانول فكل ١ طن من الحبوب تعطى ٣٧٢ لتراً. وتخمر الحبوب يعطى المقطر distillers grain بها ٣٠٪ بروتين.

ومع الذرة الرفيعة الحلوة تستخدم انزيمات التسييل liquifying وكذلك إنزيمات التسكير saccharifying لوجود ٨٠٪ سكر ذائب و ٢٠٪ نشا. وكل طن من سيقانها يمكن أن تعطى ٧٤ لتراً من الكحول isoproof.

إستخدام الذرة الرفيعة فى البيرة والنتيشة
use of sorghum for beer and malt

١- بيرة لاجر Lager beer

قد يستخدم كسر الذرة الرفيعة كمصدر رخيص للكربوايدرات المتخمرة فى البيرة بدلاً من الشعير ويكون الكسر المرغوب ذا لون فاتح، عديم النكهة منخفض فى محتواه الدهنى وعالى فى نسبة الإستخلاص. وتفضل الذرة الرفيعة البيضاء ولكن قد تستخدم الذرة الحمراء.

٢- نتيشة الذرة الرفيعة sorghum malt

الذرة الرفيعة التى تصلح للنتش هى تلك التى تعطى قدرة عالية لتسكير النشا مع تحوير مناسب للسويداء بعد الإنبات. وقدرة التسكير تتوقف على درجة الحرارة ونسبة الرطوبة ومدة النتش وطور الإنبات ونوع الحبوب المستخدمة. ويرجع ١٨- ٥٠٪ فى النشاط الأميلوليتى فى الذرة الرفيعة إلى البيتا أميلاز.

وتقوم القبائل بالنتش malting تبعاً للخطوات الآتية: ١- النقع ١-٣ أيام . ٢- الإنبات ٢-٦ يوم. ٣- التجفيف الشمسى والطحن فى الهاون. وهذه خطوات تشبه خطوات الصناعة.

وتستخدم نتيشة الذرة الرفيعة المحمصة والتى لها نكهة قوية كحبوب إفطار فى بلاد جنوب أفريقيا. وفى الهند نتيشة الذرة الرفيعة يحضر منها أغذية لفطم الأطفال وخلافه.

٣- بيرة الذرة الرفيعة الرائقة
clear sorghum beer

تنتج بيرة رائقة من نتيشة الذرة الرفيعة وكسرها مع إضافة إنزيمات التسكير وأثناء الهرس فإن المواد المجلتنة يتم ذوبانها بواسطة نتيشة الذرة الرفيعة والإنزيمات وبعد الترشيح فإن مستخلص النتيشة wort يخمر بخميرة *saccharomyces cerevisiae* لإنتاج بيرة خضراء التى تعتق aged ويضاف إليها ك أ٢ وترشح وتعبأ فى زجاجات (تعبزج)

ونسبة الكحول فيها ٣،٩٪ ورقم جيد ٤،٦ واللون وثبات الرغوة مشابهة للبيرة اللاجر lager الناتجة من الشعير.

٤- البيرة المعتمة الحامضية
sour, opaque beer

هناك خطوتان للهرس وخطوتان للتخمر في إنتاج البيرة المعتمة في أفريقيا. وإن كانت هذه الخطوات غير منفصلة تماماً. فمخلوط من نتيشة الذرة الرفيعة والماء تختمر بتخمر حمض اللاكتيك فينخفض رقم جيد وفي الخطوة الثانية يضاف نتيشة الذرة الرفيعة لتحويل المواد الأخرى المضافة adjunct المطبوخة إلى كربوايدرات قابلة للتخمر. وضبط رقم جيد مهم لأنه يؤثر على اللزوجة وتركيز السكر والإتاء من الكحول. ويحصل على مستخلص النتيشة بالطرد المركزي حيث تفصل الأجزاء الخشنة للحبوب مثل الغلاف الثمري. ولايحدث بسترة كما قد يحدث في البلاد الأخرى الأوروبية ولكن يلقح مستخلص النتيشة بالخميرة ليتخمر كحولياً.

والبيرة المعتمة الحامضية تحتوي على ٢-٤٪ كحول، ٠،٣ - ٠،٦٪ حمض لاكتيك و ٤-١٠٪ مواد صلبة ورقم جيد حمضي ٣،٣ - ٣،٥. وتستهلك وهي لازالت تتخمر ولونها بني وردي معتم. وهي أكثر لزوجة عن بيرة الشعير وتشرب عادة دافئة وهي عرضة لنمو كائنات محبة لدرجة الحرارة المتوسطة mesophilic متغايرة التخمر تنتج حمض خليك heterofermentative وهذه البيرة مصدر جيد للفيتامينات والمعادن والبروتينات والكربوايدرات التي تصبح ذائبة أثناء النتش وعمل البيرة. وعادة تفضل الذرة الرفيعة ذات الغلاف الثمري الأحمر البراق وليس لها قصرة ذات صبغات ولها سويداء متوسطة في النتش وأحياناً تنتش الذرة الرفيعة البنية بعد المعاملة بالفورمالدهيد للتخلص من التانينات المكثفة.

التصنيع للإستخدام في غذاء الحيوان
processing for use in feeds

قد تستخدم طرق ميكانيكية أو زيادة نسبة الرطوبة مع التخزين في ظروف لاهوائية أو النقع أو التسخين بالبخار الحي إلى ١٨٠°ف لمدة ٣-٥ ق أو الترقيق بعد المعاملة بالبخار لمدة ٥-١٥ق للوصول إلى نسبة رطوبة من ١٨ - ٢٠٪ أو عمل القريصات بعد التهيئة بالبخار أو التقشير فقد تستخدم إحدى هذه الطرق أو أكثر من واحدة لتحضير أغذية الحيوانات بحيث تصبح ذات كفاءة أعلا أو هضمية أحسن.

المعاملة للإستعمال كغذاء
processing for food

أ- الأغذية التقليدية
traditional food systems

تبلغ نسبة الذرة الرفيعة المستخدمة في عمل أغذية تقليدية في العالم ٣٠٪ من الإنتاج العالمي ومن بين هذه الأغذية:

١- خبز غير مختمر من دقيق عالي الإستخلاص (٩٥-١٠٠٪) وتبلغ سماكة الخبز ١،٣ - ٣ مم ويخبز على درجة حرارة مرتفعة (٢١٠°م) لمدة قصيرة (٢٥ ثانية) أو تطبخ حبوب الذرة الرفيعة مع محلول جيري قبل الخبز.

٢- خبز مختمر: حيث تطحن حبوب الذرة الرفيعة الكاملة إلى دقيق ناعم fine ويستخدم بادىء من خميرة و *Lactobacillus* (محتفظ بها من خبز دفعة سابقة) وتخلط مع ماء ودقيق بنسبة ١: ٢: ٩ والعجينة paste المتكونة تترك لتختمر طول الليل ثم تخبز على سطح ساخن على هيئة طبقة رفيعة لمدة ٣٠ ثانية فتنتج الكِسْرة وغيرها في رقة الورق وذات طعم حمضي ونكهة مختمرة (في السودان). وفي أثيوبيا يستخدم دقيق الذرة الرفيعة الكاملة حيث يعجن مع ٤٠٪ من الماء والبادىء (من الدفعة السابقة) ويترك العجين ليختمر لمدة ١٢ - ٤٨ ساعة ويؤخذ ١٠٪ من هذا العجين المختمر ويطبخ مع ماء ثم يضاف لبقية العجين وتترك لتختمر بشدة لمدة ساعتين ثم تخبز على سطح ساخن. والإنجيرا الناتجةلها قطر قدره ٦سم ورفيعة ولها قوام إسفنجي وعدد من العيون السمكية fish eyes.

٣- عصيــــدة (متماسكة) stiff) porridge): حيث يقلب دقيق الذرة الرفيعة المقشرة في ماء يغلي حتى تتكون عجينة متماسكة stiff جداً والعصيدة الناتجة تصب في قصعة قرعة (calabash/gourd) وتبرد لمدة ساعة ثم تؤكل مع صلصة sauce. وقد يستخدم حمض أو قاعدة مع ماء الطبخ. وقد تنقع قرون التمر هندي tamarind pods طول الليل مع ماء الطبخ (في بوركينا فاسو).

٤- عصيدة (رفيعة) thin) porridge): ويستخدم معها دقيق الذرة الرفيعة المقشورة أو الكاملة أو حتى المنبتة فبعد العجن في ماء بارد تخلط في ماء يغلي حتى تتكون عجينة رفيعة وقد تعمل مع حمض أو قلوى أو يترك جزء ليختمر. وهي تقدم مع اللبن أو السكر أو العسل أو فاكهة أو غيرها.

٥- عصيدة رفيعة: في هذا النوع تنقع الحبوب في ماء لمدة ٢-٤ أيام على درجة حرارة الغرفة ثم تطحن الحبوب المختمرة وتفصل الردة والمترسب في الحلة تطبخ لإنتاج عصيدة تؤكل ساخنة أو تبرد لتكوين جل أو بودنج. وهي مفضلة لطعام فطام الأطفال أو يستهلكها كبار السن.

٦- كسكسي couscous: دقيق الذرة الرفيعة أو الدخن millet الناعم يعجن مع الماء حتى تتكتل جسيماته ثم تمرر هذه الجسيمات خلال مصفاه ذات فتحات متسعة نوعاً (خشنة) coarse screen وتعامل بالبخار بوضعها في مصفاة على حلة مملوءة بالماء الذي يغلي. ويؤخذ الكسكسي عدة مرات للتقليب والنخل ويعاد مرة ثانية للمعاملة بالبخار. وفي المعاملة الأخيرة بالبخار قد يخلط معه أوراق بأدباب مطحونة أو زبدة السوداني أو اللوبيا أو أي شيء آخر وقد يجفف الناتج ويخزن ويستعمل كغذاء سريع الإعداد convenience food.

٧- الذرة الرفيعة المغلية: فيزال الغلاف الثمري الخارجي pericarp وتطبخ كالأرز أو مع الأرز. وتفضل الأصناف التي بها نسبة عالية من السويداء القرنية. وقد تستخدم الحبوب الكاملة المغلية مع البقول أو الصلصة.

٨- أغذية خفيفة snack foods: حيث تقشر أو تنفخ puffed أو تلسع parched وتستهلك مباشرة أو تطحن وتخلط مع مكونات أخرى.

٩- مشروبات كحولية alcoholic beverages: حيث تنقع الذرة الرفيعة وتنبت وتجفف. ويعمل هريس mash من النتيشة المطحونة والماء ويرشح لإزالة الردة ويغلى ويضاف إليه خميرة من دفعة سابقة من البيرة ليختمر أثناء الليل. وتشرب البيرة المستمرة فى التخمر ثانى يوم. وهى رائقة نسبياً حمراء ولها طعم حلو مقبول ومحتوى من الجوامد منخفض وإستمرار التخمر ينتج طعماً حمضياً ونسبة الكحول بها ١-٥٪.

١٠- بيرة معتمة حمضية: حيث تخلط نتيشة الذرة الرفيعة المطحونة مع الماء وتترك لتحمض sour وتغلى مع كسر الذرة وتبرد إلى ٦٠°م وتسكر saccharified مع دفعة أخرى من نتيشة الذرة الرفيعة ويرشح المخلوط لإزالة الأجزاء الكبيرة وتخمر بالخميرة. والبيرة الناتجة بها محتوى جوامد عال وطعم حمضى ولون وردى براق وتلازج consistency سميك نوعاً (milk shake) ويختلف المحتوى الكحولى تبعاً لوقت التخمر ويتراوح مابين ١-٨٪ بالحجم.

١١- مشروبات غير كحولية nonalcoholic beverages: الذرة الرفيعة المطحونة، وأحياناً معها ذرة رفيعة منبتة sprouted تحفظ على درجات حرارة مرتفعة لمدة ٢٠ ساعة حيث تعمل جراثيم الـ Lactobacilli وغيرها على تحميض souring المخلوط والكحول المتكون قليل جداً وهذه المشروبات بها قليل من المادة الجافة وأقل من العصيدة الرفيعة الحمضية.

ب- الذرة الرفيعة فى المنتجات المخبوزة والعجائن

sorghum in baked and pasta products

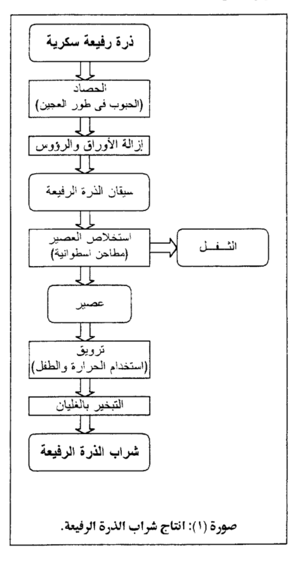
دقيق الذرة الرفيعة لايحتوى على البروتينات التى تعطى جلوتين القمح اللزج المطاطى viscoelastic مما يجعل صعباً أو مستحيلاً إنتاج منتجات مختمرة (مرتفعة) leavened من دقيقها. ولكى يخلط دقيقها مع دقيق القمح لإنتاج الكثير من هذه المنتجات وتعتمد نسبة الخلط على قوة وجودة جلوتين القمح وطريقة الخبز ولون وحجم جسيمات دقيق الذرة الرفيعة وإستخدام الصموغ والمستحلبات والمضافات الأخرى وتعريف الرغيف المقبول ولكن نسبة الخلط تبلغ من ٥ - ٢٠٪ والتهيئة والتحويرات الأخرى يمكن أن تساعد على التغلب جزئياً على رملانية sandiness منتجات الذرة الرفيعة.

وأحسن عجائن الذرة الرفيعة يمكن أن تنتج عن إستخدام ذرة رفيعة ذات قوام ناعم/طرى soft وسويداء صفراء وغلاف ثمرى أبيض وبدون قصرة ذات صبغات للحصول على أمثل جلتنة من دقيق الذرة الرفيعة مع تجنب أكسدة الصبغات الفينولية التى تعطى لوناً بنياً فى العجائن وهذا من المشاكل الرئيسية.

ج- شراب ودبس السكر وسكر الذرة الرفيعة sorghum syrup, molasses and sugar

تستخدم الذرة الرفيعة السكرية فى إنتاج شرابها والدبس فتحصد فى مرحلة العجين dough stage والحصد المبكر يسبب متاعباً فى ترويق العصير نظراً للزيادة فى صبغات الكلوروفيل ويتحسن اللون والروقان واللزوجة مع نضج النبات. ولتجنب فقد التنفس تصنع السيقان مباشرة بعد الحصد وهذا يساعد أيضاً على تجنب تحويل السكروز. فتنزع الأوراق من السيقان وتستخدم اسطوانات الطحن لإستخراج العصير ويستخدم الطفل أو الحرارة فى الترويق. وبتبخير العصير حتى ٧٤-٧٨٪ جوامد (٦٨٪ كربوايدرات ، ٢,٤٪ رماد) يحصل على الشراب الذى يجب أن يكون لطيفاً mild وحلو ولونه خفيف light.

وللحصول على السكر من الذرة الرفيعة يحتاج الأمر إلى إستخدام أصناف سيقانها عالية فى السكروز ومنخفضة فى النشا وحمض الأكونيتيك اللذين يعطلان تبلور السكر. وينقى العصير على رقم جيد ٧,٨ و ٥٠ - ٥٨°م. وتُلَبَّد flocculate النشا ثم تزال بالطرد المركزى. ويركز العصير بمبخرات ذات فعل متعدد multi-effect وعند تركيز ٦٠ - ٦٥٪ جوامد يعدل رقم جيد إلى ٨,٣ ويعامل المركز بكلوريد الكالسيوم ويسخن إلى ٨٠ - ٨٥°م لإزالة حمض الأكونيتيك الذى يزال على هيئة اكونيتات الكالسيوم غير الذائبة. ويركز العصير الرائق بالتبخير ويبلر السكر منه وطن واحد من السيقان يعطى ١٨٠-٢٠٠ رطل سكر. وإستخدام الذرة الرفيعة الحلوة فى إنتاج السكر يطيل من فصل مصانع تكرير السكر.



صورة (١): انتاج شراب الذرة الرفيعة.

القيمة الغذائية nutritional value

الذرة الرفيعة تشبه فى تكوينها التقريبى proximate composition وفى محتواها من أحماض أمينية وفى القيمة الغذائية لمثيلاتها فى الذرة. ولكن نسبة الدهن تقل بمقدار ١٪ ولذا فإن مستويات الطاقة الكلية والمهضومة والممثلة أقل منها فى الذرة.

أ- القيمة الغذائية للذرة الرفيعة كغذاء حيوانى
nutritional value of sorghum as a livestock feed

نوع الذرة الرفيعة رقم III البنية له هضمية بروتين أقل وكذلك كفاءة تحويل غذائى efficiency of feed conversion عن النوع I أو الذرة. وتعمل التانينات المكثفة على ربط بروتينات الغذاء وتثبيط إنزيمات الهضم. وفى غذاء الحيوانات المجترة ruminants تعامل الذرة الرفيعة أكثر شدة لتحسين معدلات الهضم.

بروتينات الذرة الرفيعة لها هضمية منخفضة لأن:
١- تشابك البروتينات cross-linkage التى تخفض من ذوبانها. ٢- إرتباط أقوى بين البروتينات والألياف غير القابلة للهضم. ٣- وجود نسبة عالية من السويداء الطرفية peripheral مع النسب العالية من البروتين ولكن هضمية البروتين تتحسن بالتقشير والبثق extrusion.

تأثير المعاملة effect of processing

١- **تأثير تقشير الذرة الرفيعة effect of sorghum decortication**: التقشير يخفض من كميات الألياف والمعادن والبروتينات والليسين جوهرياً. ولكن الهضمية تتحسن قليلاً ولكن الإحتفاظ بالنتروجين nitrogen retention ونسب كفاءة البروتين أقل كثيراً فى الحبوب المقشرة بسبب إزالة الجنين الذى يحتوى على أعلا نسبة من الليسين.

وإزالة التانينات المكثفة من الذرة الرفيعة البنية زاد من النسبة المئوية للنتروجين الذى يذوب بالببسين أو التربسين-كيموتربسين.

٢- **تأثير الطبخ effect of cooking**: ذوبان البرولامينات وإستخلاصها من الذرة الرفيعة يقل بالطبخ من ٤٢ إلى ٦٪ حيث تكون البروتينات روابط بيكبريتيد بين الجزيئات وكان تكون البوليمر أكثر فى الجلوتينيلات ثم البرولامينات وعندما عوملت مستخلصات الجلوتينيلات والبرولامينات بواسطة المركابتوإيثانول حسن هضمية بروتين الذرة الرفيعة المطبوخ إلى مستوى متشابه للحبة الخام.

٣- **تأثير المعاملة بالقلوى أو الحمض effect of alkali or acid treatments**: أثناء الطبخ فى وجود القلوى تنتج ببتيدات غير متاحة مما يقلل من هضمية البروتين ولكن الطبخ مع الجير يزيد من عنصر الكالسيوم الضرورى فى غذاء الأطفال.
أما العصائد التى تطبخ فى وجود حمض فلاتظهر إنخفاضاً فى هضمية البروتين.

٤- **تأثير التخمر effect of fermentation**: الغذاء التقليدى السودانى ناشا nasha له قيمة غذائية أعلا من الحبوب المحضر منها. وكذلك الكسرة والابرى abrey وهى نواتج متخمرة كانت أسهل هضماً عن الحبوب غير المختمرة.

٥- **الذرة الرفيعة عالية التانين high tannin sorghum**: أصناف الذرة الرفيعة ذات المحتوى من التانينات المرتفع قيمتها الغذائية أقل من تلك التى لاتحتوى تانينات والربط غير المحب للماء hydrophobic bonding بين البروتينات

والتانينات يكون مركبات غير مهضومة فى قناة الخنزير ولكن معاملة هذه الأصناف عالية التانين بأكسيد الكالسيوم أو كربونات البوتاسيوم أو أيدروكسيد الأمونيوم أو بيكربونات الصوديوم وكذلك إنبات الحبوب يقلل من التانينات مع تحسن فى القيمة الغذائية.

٦- تأثير تقوية البروتين effect of protein fortification: تحدد جودة بروتين الذرة الرفيعة بالكمية والإتاحة الحيوية bioavailability لليسين. فإذا أضيف الليسين المخلق لزيادة الليسين فى الغذاء إلى ٠,٧٥٪ تزداد نسبة كفاءة البروتين من ١,٣٦ إلى ٢,١١ وبإضافة بقول بنسبة ١ بقول إلى ٢ ذرة رفيعة حسن من جودة بروتين الغذاء كثيراً.

فى الذكاة

كتب الجزائرى

١- تعريفها: الذكاة ذبح مايذبح من الحيوان المباح الأكل، ونحر ماينحر منه.

٢- بيان مايذبح ومماينحر: الغنم من ضأن ومعز، وكذا سائر أنواع الطير من دجاج وغيره تذبح ولاتنحر. قال الله تعالى ﴿وفديناه بذبح عظيم﴾ - أى كبش -[1]. والبقر يذبح، لقوله تعالى: ﴿إن الله يأمركم أن تذبحوا بقرة﴾، ويجوز نحرها. إذ ثبت نحرها عن النبى ﷺ، لأن لها موضعين لتذكيتها، موضع ذَبح وموضع نَحر، وأما الإبل فإنها تنحر ولاتذبح، وقد نحر النبى ﷺ الإبل قائمة معقولة اليد اليسرى[2].

٣- تعريف النحر والذبح: الذبح هو قطع الحلقوم والمرىء والودجين. والنحر هو طعن الإبل فى لبَتِها، واللبَةُ موضع القلادة من العنق، وهو موضع تصل منه آلة الذبح إلى القلب فيموت الحيوان بسرعة.

٤- كيفية الذبح والنحر: أما الذبح فهو أن تطرح الشاه على جنبها الأيسر مستقبلة القبلة بعد إعداد آلة الذبح الحادة، ثم يقول الذابح: بسم الله والله أكبر. ويجهز على الذبيحة فيقطع فى فوار واحد حلقومها ومرنها وودجيها.

وأما النحر فهو يعقل البعير من يده اليسرى قائما. ثم يطعنه ناحره فى لبته قائلا. بسم الله والله أكبر ويواصل حركة الطعن حتى تزهق روحه. لقول ابن عمر رضى الله عنهما وقد مر برجلٍ أناخ ناقته للذبح: "إبعثها قياماً مقيدة سنة محمد ﷺ "[3].

٥- شروط صحة الذكاة: يشترط لصحة الذبح مايلى:

١) أن تكون آلة الذبح حادة تنهر الدم. لقوله ﷺ "ماأنهر الدم، وذكر عليه اسم الله فكل ليس العظم والظفر"[4].

٢) التسمية بأن يقول "بسم الله والله أكبر. أو بسم الله فقط، لقوله تعالى: ﴿ولاتأكلوا مما لم يذكر اسم الله عليه﴾[5]. وقوله ﷺ: "ماأنهر الدم، وذكر اسم الله عليه فكلوا"[6].

٣) قطع الحلقوم تحت الجوزة مع قطع المرىء والودجين فى فور واحد.

٤) أهلية المذكى بأن يكون مسلماً عاقلاً بالغاً، أو صبياً مميزاً. ولابأس أن يكون أمرأة. أو كتابيا. لقوله تعالى. ﴿وطعام الذين أوتوا الكتاب حل لكم﴾[7]

(١) الصافات (٢) فى الصحيحين (٣، ٤، ٦) متفق عليه (٥) الأنعام (٧) المائدة

وفُسر طعامُهم بذبائحهم.

٦- إن تعذر ذبح أو نحر الحيوان لترديه فى بئر، أو لشروده جاز تذكيته بإصابته فى أى جزء من أجزائه بما ينهر دمه لقوله ﷺ وقد ند بغير- أى شرد - ولم يكن مع القوم خيل فرماه رجل بسهم فحبسه:" إن لهذه البهائم أوابد كأوابد الوحش فما فعل منها هذا فأفعلوا به هكذا"[١]. فقاس أهل العلم عنه كل ماتعذرت ذكاته من حلقه أو لبته.

(تنبيهات)

١- ذكاة الجنين ذكاة أمه، ويحسن أكله إذا تم خلقه ونبت شعره. فقد سئل عن ذلك رسول الله ﷺ فقال: "كلوه إن شئتم فإن ذكاته ذكاة أمه"[٢].

٢- ترك التسمية نسياناً لايضر فى الذكاة لعدم مؤاخذة أمه محمد ﷺ بالنسيان لحديث: "رفع عن أمتى الخطأ والنسيان وما أستكرهوا عليه"[٣]. ولقوله ﷺ: "ذبيحة المسلم حلال ذكر إسم الله، أو لم يذكر، إنه إن ذكر لم يذكر إلا إسم الله"[٤].

٣- المبالغة فى الذبح حتى قطع رأس الذبيحة إساءةٌ، وتؤكل الذبيحة معها بلا كراهة.

٤- لو خالف المذكى فنحر مايذبح، أو ذبح ماينحر أكلت مع الكراهة.

٥- المريضة والمنخنقة، والموقوذة، والمتردية، والنطيحة، وأكيلة السبع إذا أدركت فيها الحياة مستقرة بحيث تزهق روحها بفعل الذبح لابتأثير المرض وذكيت جاز أكلها، لقوله تعالى: ﴿إلا ما ذكيتم﴾ أى أدركتم فيها الروح وأزهقتموه بواسطة التذكية.

٦- إذا رفع الذابح يده قبل إنهاء الذبح ثم إعادها بعد فترة طويلة قال أهل العلم: لاتؤكل ذبيحته إلا إذا كان قد أتم ذكاتها فى المرة الأولى.

الذنيباء/الدنيبة — bernard millet

الإسم العلمى: *Panicum*

الفصيلة/العائلة: نجيلية Gramineae (grass)

بعض أوصاف

هذا الجنس بـ ٤٠٠ نوع ومنه ذرة المكانس broom-corn millet (*P. miliaceum*) وهى تتحمل حولية أو كل سنتين وإوراقها مسطحة أو ملفوفة وأزهارها مفككة أو كثيفة وهى دون أشواك.
(Everett)

ذاق

ذوَّاق — taste

المذاق gustation or taste يمكن أن يعرف بأنه مدى الإحساسات التى تحدث بتفاعل مركبات ذائبة فى الماء "tastants" مع خلايا متخصصة فى فجوة الفم.

تشريح وفسيولوجيا إدارك المذاق
anatomy & physiology of taste perception

المواد التى تذاق تنتقل عادة إلى الخلايا المستقبلة خلال اللعاب أو السوائل الأخرى فى الفم. وعناقيد من هذه الخلايا مع أنسجتها تكون"براعم المذاق" وهى توجد أساساً بأعداد مختلفة كبيرة على

---

(١) متفق عليه (٢) أحمد وأبو داود وهو حسن (٣) الطبرانى بسند صحيح

(٤) أبو داود مرسلاً وهو صحيح، ولايتم الإستدلال بهذا الحديث على هذه المسألة إلا إذا كان الترك للتسمية نسياناً.

اللسان ومرئية كحليمات. وعدد صغير من براعم التذوق العاملة توجد أيضاً على الحنك وأماكن أخرى من التجويف الفمى والمرىء. وهناك إختلافات مابين الأفراد فى عدد خلايا المذاق وتوزيعها وهذه الإختلافات تترجم إلى إختلافات فى إدراك المذاق.

الإرتباك بين حاستى المذاق والشم

إن النظرة التقليدية أن المذاق يتكون من أربعة إحساسات حلو – حامضى – ملحى – مر. إلا أن هناك إعتبارات بأن هناك تقسيمات أخرى منها أن مذاق جلوتامات أحادى الصوديوم أ.ج.ص MSG والريبونيوكلوتيدات والذى يسمى أُمَامى umami مقبول فى اليابان.

إلا أنه كثيراً مايحدث أن يرتبك البعض فى التعرف وتسمية مذاقى حمضى sour ومر bitter.

إن كثيراً من "نكهات" الطيارة للأغذية أو الأشربة يحس بها من القناة الخلفية للأنف retronasally أى خلال الإنسياب الأمامى للمركبات والمرور فى القنوات الأنفية عند الزفير. ولايوجد هناك شيء ملموس فى المساحات الحسية الشمية ولكن الأغذية التى تحدث هذه الروائح موجودة ويحس بها فى الفم وعلى ذلك فهناك ميل طبيعى – وإن كان خاطئاً – إلى أن يعزى كثير من احساسات النكهة الطيارة إلى الفم وأن تدرك كجزء من المذاق. وعلى ذلك فإن أى وقف للأنف قد يؤدى إلى فقد حاسة المذاق وفى الواقع فإن المقدرة على الشم هى التى تفقد وتكون حاسة المذاق غير متأثرة.

المواد المحسوسة فى الأغذية
tastants in foods

إن خطوة هامة هى ضمان أن تتناول دراسة المذاق حقيقة أن المادة قابلة للذوبان فى الماء وأنها تحس فى الفم.

إن الطعم الحلو يعود إلى عدد قليل من المحليات المختلفة والسكريات الأحادية والثنائية إما موجودة أصلاً فى الغذاء أو تنتج عن فعل أميلازات اللعاب على عديد السكريات وقد توجد مركبات أخرى حلوة فى الأغذية مثل بعض الأحماض الأمينية ومركبات نباتية أخرى. والمذاقات المالحة عادة تعود إلى أملاح معدنية خاصة الصوديوم والبوتاسيوم. والمواد مثل كلوريد البوتاسيوم توصف بأنها مالحة–مُرَّة أو بإرتباطات من هذه المصطلحات. ومذاق أحادى جلوتامات الصوديوم أ.ج.ص MSG يوصف بأنه ملحى بواسطة المستهلك الغربى. أما المذاق الحمضى فإنه يرتبط برقم جيد وبالأحماض العضوية. والمذاق المُرّ فى الأغذية يرتبط بمدى أوسع من المركبات وأمثلتها تختلف فى الأصل والتركيب كما أن عتبة التعرف threshold of detection لكثير من المركبات المُرَّة منخفض جدا وقد تصل إلى ميكروجزىء.

◈ تقدير المذاق

يمكن تقدير مذاق الأشخاص وخواص المواد المسببة للمذاق بعدة طرق والمعالم التى يتم تقديرها تشمل: عتبة الحساسية threshold sensitivity، فوق عتبة الحساسية suprathreshold sensitivity أو شدة الإحساس

intensity perceived والمتعة hedonics أو إرتباطات بينها.

• **عتبة الحساسية:** أن العتبات هى مقياس للحد الأدنى لمقدرة معرفة وجود المواد المسببة للمذاق أعلا من الخلفية (عتبة التعرف detection threshold) أو (معرفة خواصها recognition threshold) وعادة تعرف بأنها مستوى المنشط الذى يمكن للشخص تحديده أو التعرف عليه ٥٠٪ - أو أى نسبة أخرى - من المرات. ومن المهم ضمان فى حالة معرفة الخواص أن الأشخاص يعرفون مصطلحات تسمية خواص المذاق الذى يجرى إختباره.

وعادة عتبات المذاق بسيطة ولكنها تأخذ وقتاً وعملاً. فالمنشط فى إختيار عتبات المذاق يكاد يكون محاليل لمادة إحساس فى مادة متعادلة عادة ماء مزال التأين. ولو أن هناك ظروفاً حيث يكون من المهم معرفة العتبات (مثل فى حالة نكهة مرغوبة) فى غذاء معين وفى هذه الحالة يعمل الغذاء كمادة لتقديم هذه النكهة. ومعظم الطرق تتطلب تحضير مدى متسع من تركيزات المادة التى يراد الإحساس بها tastant.

وهناك إختلافات كثيرة على طريقة أساسية لتحديد العينات والطريقة هى تقديم عتبات وحيدة عدة مرات من منشط المذاق (لمعرفة الخواص recognition threshold) أو أزواج من المنشط (عينة من المواد المراد الإحساس بها وعينة من المادة الحاملة vehicle فى عتبة التعرف detection threshold). والعمل هو معرفة خاصية العينة (معرفة الخواص recognition threshold أو تحديد أى عينة فى زوج يحتوى المنشط (عتبة التعرف detection threshold) فى عدد من التجارب تصاعدياً أو تنازلياً.

وطرق أخرى قد تحدد العتبات فقط من ترتيب تصاعدى مع العتبة كأقل تركيز عنده استجابة صحيحة تعطى على عدد سبق تحديده من تقديمات متعددة. وبالتبادل يمكن أن يعطى الناس عدداً معيناً من العينات ويطلب منهم أن يفرقوا بين العينات التى تحتوى المواد التى يراد الإحساس بها tastants وتلك المحتوية على المذيب فقط (مثل الماء مزال التأين).

ولأن الأغذية فى الحقيقة تحتوى على منشطات حسية على مستويات مختلفة فإن مقياس حساسية المذاق لمركب واحد أو أكثر فى حمَال vehicle بسيط قد يعطى قليلاً عن الإدراك الفردى للغذاء.

وبالرغم عن ذلك فإن هناك تطبيقات مناسبة لقياس العتبات فهى يمكن أن تكون دلائل حساسة لوظيفة نظام الإحساس نفسه ويمكن أن تكون أكثر إستجابة عن قياسات أخرى للمراحل الأصلية فى فقد الإحساس. فبالنسبة لمعاملى الأغذية فإن معرفة قيم عتبات المذاق قد يكون نافعاً فى مراقبة الجودة فى أن مستوى حساسية الإنسان إلى مذاق المركبات المرغوبة أو غير المرغوبة قد يعطى دليلاً يمكن أن تُقَيَم عليه وصفات المنتج أو طرق الإنتاج.

• **شدة الإحساس perceived intensity:** تركيز المواد المراد الإحساس بها tastants عند

مستويات أعلا من العتبة يعطى إحساسا ملموسا فى التجارب اليومية. فإن تقدير الإحساس عند هذا المستوى يتطلب تقدير العلاقة بين تركيز المنشط وقوة الإحساس ويمكن أن يعبر عنه:

ش = ث.ر$^{\beta}$ $\qquad$ $I = a X^{\beta}$

ش = شدة الإحساس I = perceived intensity

ث = ثابت a = proportionality constant

ر = التركيز X = physical concentration

β = أس يعرف المنشط وظروف الإختبار

β = exponent characteristic of the stimulus & testing conditions

ولكى يمكن تقدير هذه المتغيرات تعمل شدة التصنيف بإستخدام نظام مفتوح open-ended ratio scaling system مثل تقدير الكِبَر/العِظَم magnitude estimation حيث يقوم الأشخاص بتعيين القيم العددية للمنشط بالنسبة لشدة الإحساس بالحاسة. وعندما يتم توقيع لـو لشدة الإحساس ضد لـو لتركيز المواد المراد الإحساس بها فإن الناتج يكون علاقة خطية مع ميل قدرة β. وقيم β يمكن أن تستخدم فى مقارنة الأشخاص أو المجموعات ولكنها أيضا تعكس طبيعة المواد المراد الإحساس بها فإذا كان β > ١ فإن شدة الإحساس تزيد على الضعف مع زيادة تركيز المنشط الفيزيقى مرتين.

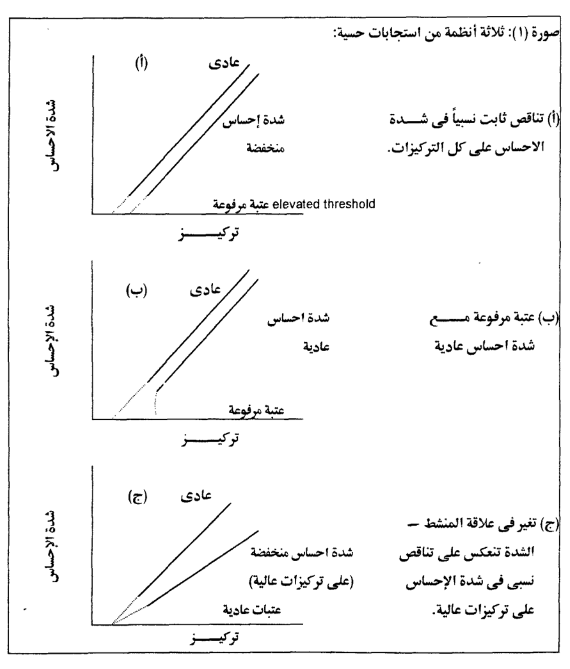
وقد وجد أن β تكون قريبة من الوحدة أو أعلا قليلا لمواد مثل السكروز وكلوريد الصوديوم. وعندما تكون β < ١ فإن شدة الإحساس تزيد بمعدل أقل عن الزيادات فى تركيز المنشط الفيزيقى. وهذا يحدث مع المواد المرة وإلى حد معين مع الحامضية. والإستخدام المناسب لطرق القياس المختلفة والتصحيح لطريقة إستخدام الأشخاص لنظم القياس حرج بالنسبة للتأويل المناسب للبيانات خاصة عند مواجهة إستجابات الأشخاص.

والبديل لمقياس تقدير الكِبَر/العِظَم magnitude estimation للشدة هو قياس خط أو قياس فئة category. وهذه القياسات سهلة التصميم والإستخدام وسهلة فى الشرح وتتطلب أقل قدر من معاملة البيانات. ولكن الفئات محدودة المدى، وليس من الضرورى على فترات متساوية، ولاتعطى فضل الإعتبارات الرياضية النظرية مثل قياس النسب. ومع ذلك فإن عدة دراسات أظهرت أن قياس الفئات يمكن أن يولد نتائج ويشارك فى خواص الإستجابة مشابهة لبيانات تقدير الكبر/العظم magnitude estimation. والعلاقات بين تقدير الفئات category ratings وتركيز المواد المراد الإحساس بها يمكن أن يعبر عنه:

ش = ث + β (لو ر)

وفى العمل فإن قياس الفئات يمكن أن يعطى مزايا نافعة فى التعويل على والإستخدام بواسطة المبتدئين.

وعجز ظاهر marked deficit فى شدة الإحساس للمنشط عند مستويات فوق العتبة يمكن أن يرتبط مع فقد شخصى فى الإحساس. وهذا العجز قد يحدث مع تغير فى العتبات (الصورة١). وتظهر علاقات المنشط – الشدة تبين أن العينات وحدها – أو مقارنة الإستجابات للمواد المراد الإحساس بها عند تركيز معين أو على مدى صغير جدا قد تعطى تقديرا غير صحيح لوظيفة الحاسة.



وفى الواقع فإن إدراك منشط كيمو حسى له فترة مؤقتة تتضمن تأخر زمنى بين التعريض والإحساس ثم زيادة فى الشدة يعقبها إضمحلال إلى إندارس extinction. وهذا التتابع قد يأخذ عدة ثوان أو عدة دقائق ويتوقف ذلك على المنشط والعينة.

• **المتعة hedonics**: فى حين حساسية العينات وشدة الإحساس تُعَرف بطرق مختلفة المقادير الفسيولوجية للأنظمة الحسية فإن الإحساس بالمذاق قد يحدث إستجابة شديدة والغرض من

إختبار المتعة فى الأبحاث هو عادة تغاير الأفضليات بين الأشخاص والمجموعات. وهذا يختلف كثيراً عن العمل فى معاملة الأغذية حيث الغرض هو جعل المنتج أحسن مايمكن.

وفى تقدير المتعة فإن الأشخاص يطلب منهم تقدير المنشط على فئة بسيطة أو قياس خطى للتفضيل العام (مثل المدى من غير سار جداً إلى سار جداً from extremely unpleasant to extremely pleasant) أو تفضيل خواص مذاق معين (مثل ليس ملحياً كافياً إلى صحيح تماماً إلى ملحياً زائداً عن اللزوم) أو يقارن مابين منشطين أو أكثر ترتيبهم فى التفضيل preference. وبينما المنشط المختبر لتحديد العتبات أو الشدة عادة مواد منقاة (مثل المادة الوحيدة المراد الإحساس بها فى ماء) فإن المنشط فى إختبارات المتعة عادة عينات من أغذية خفيفة أو محورة وتختلف فى محتواها لمادة واحدة أو أكثر. وبجانب هذا النوع من الإختبار فإن بيانات الولوع/التفضيل يمكن أن تأتى من تجارب المعمل أو تقدير عام survey كأفضليات إستهلاك الأغذية أو تناول الأغذية أو إرتباطات بين هذه العوامل. ومع ذلك فإن إختبار الحس يمكن أن يبين طبيعة وشكل العلاقة مابين تركيز المواد المراد الإحساس بها والولوع بها/تفضيلها وتركيز المواد المراد الإحساس بها الأكثر تفضيلاً. وهذه يمكن أن تستخدم لمقارنة أو تصنيف المجموعات وتقدير تأثير الوقت أو معاملة معينة على أفضليات الأشخاص.

وقياس المتعة يظهر إرتباطات مع تناول الأغذية عن تقدير الوظيفة الحسية. ومع ذلك فإن التقدير الحسى يقيم بعداً واحداً من تقبل الأغذية. والإختبارات الأخرى مثل الإستهلاك الواقعى يمكن أن يبين معلومات عن تقبل الأغذية والتى يمكن أن تتفق أو لا مع الإختبارات الحسية.

الأفضليات الشخصية فى المذاق تتأثر بالعوامل الوراثية والفسيولوجية. فمنشطات المذاق الحلو تفضل وتتقبل بواسطة الإنسان عند ولادتة مع أن المواد الحامضية وكثير من المواد المُرَّة تشجع إستجابات معاكسة. عند ٤ – ٦ أشهر يفضل المرء حاسة الملح. وهذا قد يوجه الإنسان لمصادر مأمونة من الطاقة والمغذيات ويسمح بمعرفة وتجنب كثير من الزعافات المرة والحامضية.

والتركيزات المفضلة من الحلاوة والملوحة فى الأغذية يظهر أنها تكون أكبر مايمكن عند الأطفال الصغار وتنقص بالبلوغ وإن كان من الصعب معرفة مساهمة الوراثة والخبرة فى تغيرات التطور فى أفضليات المذاق.

الإختلافات الوراثية فى إدراك المذاق

عينات المذاق للمواد المراد الإحساس بها tastants تبين إختلافات كبيرة بين الأفراد خاصة فى الحساسية للمذاق المُرّ ومثال على ذلك الطعم المر للثيويوريا thiourea مثل فينيل ثيوكاربامايد (ف.ث.ك phenyl thiocarbamide (PTC أو ٦–ن–بروبيل ثيويوراسيل (ب.ث.ى) 6-n-propylthiouracil. فالذواقة tasters يحسون بتركيزات ضعيفة من ف.ث.ك أو ب.ث.ى على أنها شديدة المرارة بينما الذين لايتذوقونها لايشعرون بأى مذاق إلا عند تركيزات عالية. ونسبة الذين يتذوقونها تختلف بإختلاف الجنس والعِرْق وهناك

مايقترح أن ذواق الثيوريا قد يتصل بإدراك عدة مذاقات غير مرتبطة مُرّة وربما أيضاً حلوة بتركيزات موجودة فى الأغذية.

وعلى ذلك يمكن القول أن الإنسان يختلف ليس فقط فى إدراك خواص المذاق ولكن أيضاً فى الإحساس الواقع الذى يمكن أن تنتجه عدة مواد من المراد الإحساس بها.

(Macrae)

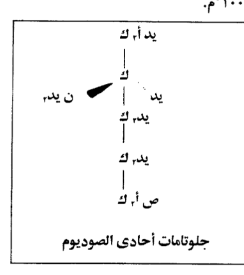
معززات المذاق taste enhancers

إن معززات المذاق أو على الأصح معززات النكهة هى مجموعة من المركبات تؤثر تأثيراً تآزرياً على مكونات النكهة الأخرى. وهى لوحدها لها عتبات نكهة مرتفعة وتنتج مذاقاً أمَامِياً umami فى الأغذية. وهذا المذاق الأُمَامِى يعتبره الكثير إضافة إلى الأربعة مذاقات الرئيسية الحلو والحامضى والملحى والمر. وأكثر معزز للنكهة إستخداماً هو جلوتامات أحادى الصوديوم ج.أ.ص MSG ثم إكتشف ٥/-إينوسين أحادى الفوسفات أيو.أ.ف IMP ثم إكتشف ٥/-أحادى فوسفات الجوانيسون أ.ف.جو GMP فى ١٩٦٠.

وميكانيزم تعزيز النكهة لم يعرف تماماً بعد وهناك تفاعل تآزرى/تعاضدى بين ج.أ.ص ، أيو.أ.ف وهذا يقترح متطلب تركيبى عام وربما أن الشغل المشترك لموقع الإستقبال مطلوب لتعزيز الإحساس بالنكهة. وهذا التفاعل التآزرى يفسر لـمّ ج.أ.ص و أيو.أ.ف تستخدما معاً فعلى سبيل المثال فإن نشاط مخلوط من ج.أ.ص والنيوكليوتيد (١٠ : ١ وزن/وزن) هى ٥ - ١٩ مرة أكبر من الوزن المقابل لـ ج.أ.ص وحدها بمعنى أن مستويات ج.أ.ص فى الأغذية المعاملة يمكن أن تنقص بدرجة كبيرة.

جلوتامات أحادى الصوديوم
monosodium glutamate

الخواص والإنتاج: تتبلر جلوتامات أحادى الصوديوم من المحاليل المائية كأيدرات أحادية (ك$_٥$ يد$_٨$ ن أ$_٤$ ص.يد$_٢$أ) بوزن جزيئى ١٨٧,١٣ وهو لايترسم racemize حتى على درجات حرارة أعلا ١٠٠°م.



جلوتامات أحادى الصوديوم

فالبكتريا *Corynebacterium glutamicum* تنتج كميات من ل-جلوتاميك من دبس السكر أو مخلفات النشا وفى نهاية التخمر ينقص ج$_{يد}$ إلى نقطة تكاهر حمض الجلوتاميك ج$_{يد}$ ٣,٢ ويرسب الحمض. ثم يحول إلى أحادى الصوديوم بالتعادل مع أيدروكسيد الصوديوم. وأكثر تعزيز للنكهة يحصل عليه عند إضافته للأغذية بنسبة ٠,٢ - ٠,٨٪ على مدى ج$_{يد}$ ٥ - ٨ وعتبة المذاق له فى محاليل مائية هى حوالى ٠,٠٣٪. وهو يستخدم مع أيو.أ.ف. أو أ.ف.جو. بالنسب المبينة فى جدول(١).

جدول (١): أمثلة على إستخدام بعض معززات النكهة فى بعض الأغذية.

الأغذية	ج.أ.ص (وزن ٪)	ايو.أ.ف ، أ.ف.جو (١:١) (وزن ٪)
شوربة	٥ – ٨	٠,١ – ٠,٢
شوربة وشرائطيات	١٠ – ١٧	٠,٣ – ٠,٦
شوربة معلبة	٠,١٢ – ٠,١٨	٠,٠٠٢٢ – ٠,٠٠٣٣
سرطان معلب	٠,٠٧ – ٠,١٠	٠,٠٠١١ – ٠,٠٠٢٠
سمك معلب	٠,١٠ – ٠,٣٠	٠,٠٠٣ – ٠,٠٠٦
دواجن، سجق، وهام معلب	٠,١٠ – ٠.٢٢	٠,٠٠٦ – ٠,٠١٠
صلصات	١,٠ – ١,٢	٠,٠١ – ٠,١٥
صلصة الصلصة	٠,٣ – ٠,٤	٠,٠١ – ٠,١٥
كتشب	٠,١٥ – ٠,٣٠	٠,٠١ – ٠,٠٢
صلصة صويا	٠,٣ – ٠,٦	٠,٠٣ – ٠,٠٥
مايونيز	٠,٤ – ٠,٦	٠,٠١٢ – ٠,٠١٨
سجق	٠,٣ – ٠,٥	٠,٠٠٢ – ٠,٠١٤
أكلات خفيفة	٠,١ – ٠,٥	٠,٠٠٣ – ٠,٠٠٧
جبن معامل	٠,٤ – ٠,٥	٠,٠٠٥ – ٠,٠١٠

التأثيرات الفسيولوجية

يتم إمتصاص وأيض ج.أ.ص بنفس الطريقة التى يمتص بها ل-حمض الجلوتاميك الموجود طبيعياً فى الأغذية وآخر نهاية له فى الكبد هى الجلوكوز واللاكتات والجلوتامين وأحماض أمينية أخرى. وسميته منخفضة جداً. ولايوجد مايفيد أى سرطنة أو طفرات ولم يوجد أى إرتباط بينه وظاهرة تناذر المطعم الصينى (أنظر: جلوتامات الصوديوم).

تقديره فى الأغذية

يمكن إستخلاصه من الأغذية بواسطة الأسيتون المائى ويحقن المستخلص الخام بعد إزالة الأسيتون فى ك.ع.أ.س HPLC مع منظم فوسفات $ج_{يد}$ ٤ ويستخدم معامل الإنكسار ويجب فى هذه الحالة إستخدام المشتق إما قبل أو بعد العمود. فيحول إلى مشتق دانسايل dansyl مما يسمح بإستخدام الإستشعاع بعد الفصل على عمود طور معاكس $ك_{١٨}$ مع طور متحرك ماء-ميثانول-حمض خليك. وبهذه الطريقة يمكن تحديده فى ٥٠ جزء فى المليون أو أقل وهذا أقل بكثير من التركيز الذى قد يستخدم عنده لتعزيز النكهة.

٥/-نيوكليوتايدات 5/-nucleotides

الخواص والإستخدام فى الغذاء

أهمها ٥/-ايونيسين أحادى الفوسفات ، ٥/-أحادى الفوسفات، ٥/-أحادى فوسفات الجوانوسين وهى تتبلر مع عدة جزيئات من الماء. والحلقات غير المتغايرة heterocydic rings تعطى إمتصاصاً قوياً للأشعة فوق البنفسجية مما يساعد على التعرف عليها وتحديدها.

ووجود عدة مجموعات متأينة على الجزئ (مجموعات أمينو وأيدروكسيل على حلقة البيورين أو البيريمين ومجموعات ايدروكسى وفوسفات على فوسفات الريبوز) يؤدى إلى تكون أيونات تعتمد على $ج_{يد}$ بشدة. وهذا يؤدى إلى تغير فى الذوبان مع $ج_{يد}$. فعند $ج_{يد}$ منخفضة فإن الأيونات الموجبة تعمل على الذوبان فى حين أن على $ج_{يد}$ مرتفعة فإن الأيون السالب هو الذى يزيد الذوبان. وفى

إستخدامات الأغذية يستخدم ملح ثنائى الصوديوم وهذا يسود فى محلول حوالى جيد ٦ – ٨.

٥/-ايونوسين أحادى الفوسفات (أيو.أ.ف)

٥/-أحادى فوسفات الجوانوسين (أ.ف.جو)

وثبات النيوكليوتيدات الحرارى فى محلول يعتمد كثيراً على جيد مع التكسر بسرعة فى محاليل قلوية أو حمضية حيث ينفصل الريبوز فى محلول حمضى قوى حتى على درجات حرارة منخفضة.

وعتبة المذاق المائية لـ أيو.أ.ف ، أ.ف.جو هى ٠,٠١٢٪ ، ٠,٠٠٣٥٪ على التوالى وهما يعطيان الإحساس بالجسم أو شعور الفم إلى الأغذية السائلة ولذا يستخدمان فى الشوربة المجففة والمعلبة.

إنتاج أيو.أ.ف ، أ.ف.جو.

يمكن أن يحضرا: ١- بتكسير ح.ر.ن RNA ، ٢- بالتخمر لإنتاج نيوكليوتيدات. ٣- التخمر لإنتاج نيوكليوسيدات ثم الفسفرة لتكوين النيوكليوتيدات.

هدم ح.ر.ن

الخميرة يمكن أن تُنَمّى على مختلف مصادر الأغذية الرخيصة معطية مصدراً جيداً لـ ح.ر.ن مع قليل من د.ا.ر.ن. . و ح.ر.ن الخام يعزل من الخميرة فيستخلص بأيدروكسيد الصوديوم / كلوريد صوديوم ويحضر بعد الترسيب بحمض الكلورودريك و ح.ر.ن يحول إلى نيوكليوتيدات بواسطة الـ *Penicillium* أو الـ *Streptococcus aureus* ومنه يعزل أدينوسين ٥/-أحادى

الفوسفات وهذا يحدث له إزالة أمين بالأنزيمات ليكون أيونوسين ٥/-أحادى الفوسفات.

إنتاج النيوكليوتيد بالتخمر

هذا يُعْقَد بأن النيوكليوتيدات لاتخترق جدر الخلايا. وبالهدم السهل للنيوكليوتيدات إلى نيوكليوسيدات وقواعد. ولكن هناك سلالات طفرة لـ *Bacillus ammoniagenes* يمكن إستخدامها والتى تسمح بتجميع أيو.أ.ف فى الوسط.

إنتاج النيوكليوسيدات بالتخمر

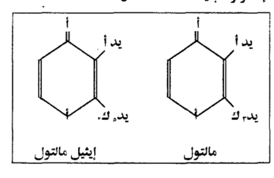
إنتاج الجوانوسين يساعد بإنخفاض ذوبان هذا المركب فى وسط البيئة وينتج عن ذلك ترسيبه. والجوانوسين يمكن أن يحول إلى أ.ف.جو بالفسفرة الكيماوية وهى تعطى المشابه ٥/.

تقدير أيو.أ.ف ، أ.ف.جو

هذه المركبات يمكن فصلها وتحديدها فى عملية واحدة فى ك.ع.أ.س. وهذه النيوكليوتيدات تحتوى مواد ملونة فى الأشعة فوق البنفسجية وعلى ذلك ليس هنا مشاكل فى التعرف عليها وأحسن تقنية كروماتوجرافية هى الطور العكسى. ويمكن تغيير خواص الإحتفاظ لتسمح بالفصل من شبكة المكونات بتغيير فى تكوين الطور المتحرك و/أو جيد. ويمكن عمل تغيير ملحوظ فى الإحتفاظ بإضافة زوج أيونات موجبة أو سالبة إلى الطور المتحرك مثل بروميد ستيل ثلاثى ميثيل الأمونيوم cetyltrimethylammonium bromide أو أوكتانيسلفونات octanesulphonate بالتتابع.

معززات نكهة أخرى

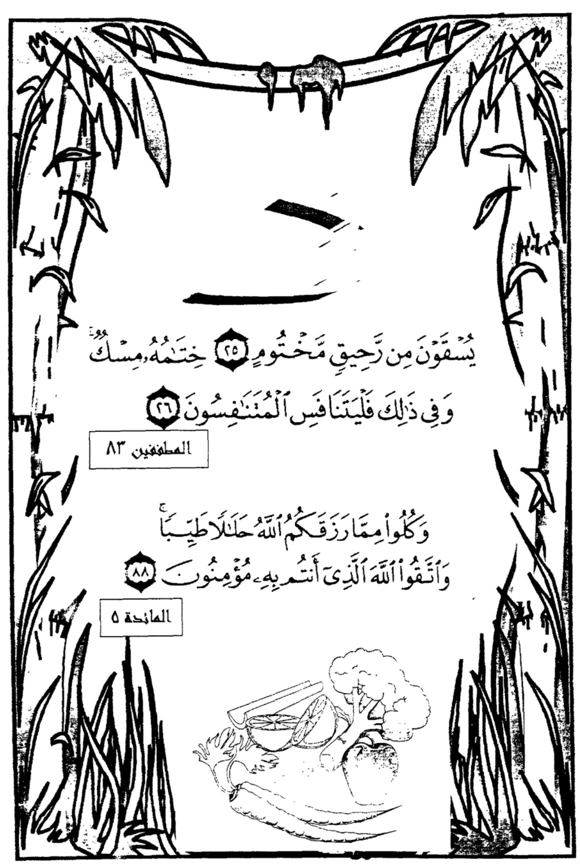
مالتول وإيثيل مالتول يستخدمان فى المنتجات الحلوة وعصير الفاكهة. وهى تستخدم بنسب ٥٠٠ جزء فى المليون وتعطى إحساساً بالنعومة وشعور الفم. وعند إستخدامها بنسب ٥٠ جزء فى المليون تقريباً فإن الشعور بالحلاوة يمكن أن يتوازن مع إنقاص محتوى السكر ١٥٪ تقريباً. ويوجد المالتول فى عدد من المنتجات المحمصة كنتيجة لتفاعلات الإسمرار/البنية browning reactions.



وثنائى أوكتيل سلفونات الصوديوم sodium dioctyl sulphonate يستخدم بمستويات منخفضة جداً ويعطى إدراكاً بالطزاجة إلى اللبن المعامل حرارياً.

و ن،ن/-ثنائى-أ-توليل ايثيلين ثنائى الأمين N,N\-di-o-Tolylethylenediamine أستخدم لتعزيز العبير الزبدى فى المرجرين. (Macrae)

بِسْمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحْمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ



راتنج resin

واحد من عدة منتجات عضوية صلبة أو شبه صلبة طبيعية أو مخلقة عادة بوليمرات شفافة ولاتوصل الكهرباء وتستخدم في اللدائن والأقمشة والطلاء والورنيش. (Academic)

الأسماء: بالفرنسية résine، وبالألمانية Hartz، وبالإيطالية resina، وبالأسبانية resina.(Stobart)

رافينوز rsffinose

وزنه الجزيئى ٥٠٤,٤٦ وهو سكر ثلاثى مبنى من جزىء د-جالاكتوز، د-جلوكوز، د-فركتوز

والإنفرتاز يقسمه إلى ملليبوز وسكروز ويوجد في المن الاسترالى Australian manna (Eucalyptus spp.) من العائلة Myrtaceae الآسية وفي جريش بذرة القطن. ونقطة الإنصهار ٨٠°م ويفقد ماء التبلر بالتسخين إلى ١٠٠°م. والشكل غير المائى يتكسر على ١١٨ - ١١٩°م $[\alpha]_D^{20}$ ١٠٥,٢. وواحد جرام يذوب في ٧ مل ماء. وفي ١٠ مل ميثانول ويذوب في البيريدين وقليل الذوبان في الكحول ولايكون اوزازون ويختزل محلول فهلنج. (Merck)

راقود/هلبوت (الأطلنطى) halibut (Atlantic)

الإسم العلمى	*Hippoglosus hippoglosus*
الفصيلة/العائلة	Pleusonectidae

هو أكبر أنواع أسماك الأطلنطى المسطحة ووزنه المتوسط ٤٥كجم وهو سمكة قيمة تجارياً وهو يؤكل طازجاً أو مجمداً واللحم له قوام جيد ويوجد في الأطلنطى من شماله لجنوبه ويعيش في الرمال الحصباء gravel والصخور وعلى عمق ١٠٩ - ١٤٦٠ متراً ويأكل القشريات والأسماك الصغيرة ويتوالد في أواخر الشتاء وأوائل الربيع والبيض يفقس في ١٦ يوماً على ٦°م. وهو يعرف بحجمه الكبير وفمه المتسع ولون الناحية اليمنى حيث توجد العين بنى مخضر وأحياناً بنى غامق وبطنه دائماً بيضاء.

وطوله حوالى ٢,٤ متر. (Wheeler)

راقود (الباسيفيكى) halibut (Pacific)

الإسم العلمى	*H. stenolepis*

حوالى ٢,٦٧ متر وموزع جيداً فى الباسيفيكى من كاليفورنيا لألاسكا وحتى اليابان. ويوجد على عمق ١١٠٠ متر ويتوالد فى وقت الشتاء من نوفمبر إلى يناير على عمق ٢٧٥ - ٤١٢ متراً وفى عمر ٣-٥ شهور ترتفع الأسماك للسطح وتعيش فى الأعماق وسنها ٦ أشهر وتبلغ الإناث فى عمر ١٢ سنة والذكور قبل ذلك بكثير.

وهو يأكل السمك بشراهة والسبيط والسرطان.

وجسمه ضيق وهو يشبه زميله الأطلنطى والرأس كبيرة وله أسنان مخروطية ولونه بنى غامق أو رمادى على الناحية التى بها العين (اليمنى) وأبيض على الناحية الأخرى.

(Wheeler)

والأسماء: بالفرنسية flétan، وبالألمانية Heilbutt، وبالإيطالية ippoglosso، grossorombo، وبالأسبانية hipoglose، halibut. (Stobart)

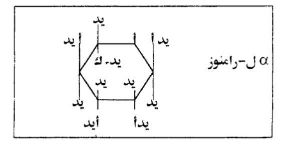
rhamnose رامنوز

وزنه الجزيئى ١٦٤,١٦ يوجد حراً فى سم السومان *Rhus toxicodendron* L. من العائلة البطمية Anacardiaceae ويوجد مرتبطاً كجلوكوسيد فى كثير من النباتات.

شكل الـ α يحصل عليه متبلراً من الماء أو الإيثانول. وهو وحيد الايدرات/الاماهة ويفقد ماء التبلر بالتسخين ويتغير جزئياً إلى تحوير β. له طعم حلو جداً وينصهر عند ٨٢ - ٩٢°م ويتسامى عند ١٠٥°م وضغط ٢ مم زئبق $[\alpha]_D^{10}$ ١,٤٧١٨ ويتحول ضوئياً ببطء -٧,٧° ← ٥٨,٩٩ $[\alpha]_D^{20}$.

وشكل β يحضر بتسخين الـ α رامينوز أحادى الايدرات على البخار وينصهر على ١٢٢ - ١٢٦°م وبعد وقت قصير فإن التحول الضوئى يتخذ نفس قيمة α رامنوز.

وشكل β مسترطب ويتحول إلى بلورات α بالتعريض للهواء الخضل.



راوند/ريباس
rhubarb or pie plant

الإسم العلمى

Rheum rhabarbarum (Everett)
R. rhaponticum (Stobart)

الفصيلة/العائلة: البطباطيات

Polygonaceae (buckwheat)

بعض أوصاف

هو نبات دائم ويستمر بدون تجديد لمدة عشرين سنة وإن إستحسن تجديده كل عشر سنوات أو أقل ولايؤخذ أى أوراق فى أول سنة بل تترك لتغذى النبات وفى السنة الثانية يؤخذ قليل وفى الثالثة يحصد عادياً على مدة ٦ - ٨ أسابيع ولايؤخذ إلا الأوراق الكبيرة. (Everett)

والأوراق لاتؤكل لأنها سامة حيث يحتوى النبات - سيقان وأوراق - على حمضى الماليك والأكساليك. وهو صغير وورد ممتاز ويمتاز بإختلاطه جيداً

بالفراولة وغيرها والذى يؤكل هو النتيب/المعلاق leaf stalks أما نصل الأوراق leaf blades فلاتؤكل ويعمل منه بودنج وجيللى وشربت ومرملاد ومخفوقة whips ومنفوخات soufflés وفى فرنسا يعمل منه هريس ليقدم مع السمك. يعمل منه مشروب بطبخه مع عصير برتقال ويحلى بالعسل ثم يعمل هريس ويبرد ثم يؤكل مع فواكه أخرى. ويسمى نبات الفطيرة pie-plant.
(Stobart)

القيمة الغذائية

كل ١٠٠جم من الجزء المأكلة تحتوى على ٩٥,٠٪ ماء وتعطى ٦٧ ك.ج أو ١٦سعراً، وبها ٠,٦٪ بروتين، ٠,١٪ دهن، ٢,٧٪ كربوايدرات ، ١٠٠وحدة دولية فيتامين أ، ٩مجم فيتامين ج ، ٠,٠٣مجم ثيامين، ٠,٣مجم نياسين، ٩٦ مجم كالسيوم، ١٨ مجم فوسفور ، ٠,٨مجم حديد، ١-٢ مجم بوتاسيوم.
(Macrae)

والأسماء: بالفرنسية rhubarbe، وبالألمانية Rhabarber، وبالإيطالية rabarbaro، وبالأسبانية ruibarbo. (Stobart)

رقم رايخرت-مايسل
Reichert-Meissel no

أنظر: زبد

مربع

مربع بيرسون **Pearson square**

أنظر: بيرسون

ربا

ربى **to make jam**

المربى والجيلى والمحفوظات وماشابهها هى منتجات مستساغة ثابتة على الرف محلاة بالفواكه وتعمل من الفاكهة أو عصيرها والسكر والبكتين (السكر جلوكوز وشرابه وسكر محول وسكروز وفركتوز "وسكر بنى" ودبس السكر والعسل). والجيلى رائق شفاف متلألىء sparkling مرتعش بدلاً من أن ينساب. والمربى والمحفوظات والزبد (والفاكهة) والمرملاد تحتوى إما الفاكهة كاملة أو مسحوقة ممايجعلها نصف شفافة translucent.

التعاريف

جيللى: غذاء شبه صلب يعمل من ليس من أقل من ٤٥جزء بالوزن من عصير الفاكهة لكل ٥٥جزء من السكر. ويركز ليس لأقل من ٦٥٪ جوامد ذائبة ويمكن الإستعانة بالبكتين والحمض وكذلك مواد التنكيه والتلوين.

مربى jam: يماثل الجيللى إلا أن الفاكهة تستخدم بدلاً من العصير. ويركز إلى ٦٥٪ جوامد ذائبة وأحياناً إلى ٦٨٪ وليس أقل من ٤٥ جزءاً من الفاكهة يسمح بإستخدامها لكل ٥٥جزء من السكر.

زبدة الفاكهة fruit butter: هى الناتج الناعم شبه الصلب المصنع من مخلوط يحتوى ليس أقل من ٥ أجزاء بالوزن من الفاكهة لكل ٢جزء من السكر.

المرملاد marmalade: يصنع عادة المرملاد من فاكهة الموالح وهو مثل الجيللى يصنع من عصير يعامل معاملة مناسبة.

بكتين pectin

البكتينات مواد ذائبة فى الماء عبارة عن وحدات عديد السكريات تتكون من الفا-١،٤ حمض جالاكتيورونيك والمستخدمة فى عمل هذه النواتج تختلف فى الحجم من ٢٠٠ - ١٠٠٠ وحدة. والبكتين غروى مشحون بشحنة سالبة فى حمض الفاكهة وعندما يضاف السكر لهذا الغروى يكسر التوازن بكتين-ماء ويتكون شبكة ليفية تستطيع تحمل السوائل. وهذه تكون الجل الضرورى لعمل المربى والجيللى والمحفوظات. ويجب إضافة بكتين.

والبكتين الجاف لايذوب بسهولة ويسهل عمل المحلول بتسخين الماء أو العصير ثم يضاف مخلوط من البكتين والسكر.

وتنتج عدة أنواع من البكتين وتقسم إلى سريع العقد rapid-set، بطيء العقد slow-set ومتوسط العقد medium وهذا يتراوح مع درجة الأسترة degree of esterification فهو ٧٣٪ للسريع، ٦٤٪ للبطيء، ٦٨٪ للمتوسط، والسريع يكون جلاً على حوالى ٨٠°م بينما البطيء على مدى من درجات الحرارة ٥٠ - ٦٠°م والسريع يصلح لعمل المربى والمرملاد حتى يمكنه الإحتفاظ بقطع الفاكهة والبطيء فى عمل الجيللى.

ودرجة البكتين تشير إلى وزن السكر الذى وحدة الأوزان من البكتين تعمل منه جل وأكثرها إستخداماً هو ١٥٠ درجة بكتين بمعنى أنه مع الماء والسكر لإعطاء ٦٥٪ مواد صلبة، وحمض لإعطاء رقم جيد الأمثل فإن وحدة واحدة من الوزن من البكتين تعطى جلاً مثالياً/ممتازاً مع ١٥٠ مرة من نفس وزن السكر.

بكتين منخفض الميثوكسيل

البكتين منخفض الميثوكسيل يختلف عن البكتين العادى فى أنه يكون جلاً على تركيزات منخفضة من - أو حتى فى غياب -السكر وعلى درجات مختلفة من جيد فى وجود أيونات الكالسيوم لأنها تكون تشابكاً يستطيع أحتمال الرطوبة ويحمى الجل.

يتضح الآن أنه لتكوين الجل هناك أربعة مواد: ١- بكتين، ٢- حمض، ٣- سكر، ٤- ماء. وإستمرار تركيب الجل يحدده تركيز البكتين وهو حوالى ٠,٥ - ١,٥٪ بالوزن ويعتمد على نوع البكتين وجسوء الجل يعرفه تركيز السكر والحموضة. فمعظم البكتينات يكون جلاً ضعيفاً عند ٦٣-٦٤٪ مواد صلبة والجل الأمثل يتكون من مابين ٦٥-٦٨٪ مواد صلبة فى حين أن جلاً صلباً يتكون أذا جاوزت المواد الصلبة ٧٠٪. وينعقد الجل عادة مابين جيد ٣,١ - ٣,٣ وأعلا من جيد ٣,٥ ينتج عنه جل فقير بينما جيد أقل من ٣,٠ يعطى جلاً صلباً.

دور الحمض فى عمل الجيللى

تماسك الجل يتوقف على جيد الجيللى. والبكتينات تعرف بدرجة أسترتها/ممثلتها DE or DM (د.أ ، د.م). والبكتينات بطيئة العقد slow-set

(٦٠-٦٥ د.أ أو د.م) تصل إلى التماسك على جيه ٣،٠ - ٣،١٥ في حين أن سريعة العقد (٦٨ - ٧٥ د.أ أو د.م) والتي تستخدم في عمل المربى والمحفوظات تصل إلى تماسكها الأقصى عند جيه ٣،٣٠ - ٣،٠٥ والحد الأعلى لجل ناجح هو جيه ٣،٤ ، ٣،٦ للبكتين البطىء والسريع على التتابع.

وأرقام جيه حرجة في تقدير درجة الحرارة التي عندها ينعقد الجيللى فدرجة حرارة العقد للبكتين سريع العقد يمكن أن ترفع بمقدار ١٤°م بخفض جيه (أي تصبح أكثر حامضية) من ٣،٣ - ٣،١. والبكتين بطىء العقد يجل ٢٨ - ٣٣،٥°م أكثر انخفاضا عن البكتين سريع العقد في المدى جيه ٣،٢٥ - ٣،٠٠.

والبكتين منخفض الأسترة (د.أ أو د.م) المحضر يخفض أسترة البكتين عالى الأسترة (ع.أ) تحت ظروف قلوية يحتوى على ٣٠ - ٣٥٪ درجة أسترة ودرجة الأميد* تكون ١٥ - ٢٠ ويكون جلاً مع سكريات أقل ٣٠ - ٥٥٪ ويكون أقل توقفاً على درجة الحرارة ويكون جلاً مستخدماً كالسيوم الفاكهة.

تحضير الجيللى preparation of jellies

الأدوات: الأدوات الحديدية أو من الصلب يمكن أن تسبب إغمقاق لون بعض العصير بتفاعلها مع التانين. والنحاس والقصدير يعترض عليهم لأنها تؤثر على نكهة ولون العصائر. والأوعية المجلفنة (مغطاه بالخارصين) يجب ألا تستعمل لأن العصير يذيب مستويات سامة من الخارصين. ولكن الصلب غير القابل للصدأ يقاوم عصائر الفاكهة والحاويات من الألومنيوم أو الألمنيوم المغطى يمكن أيضاً إستخدامها.

إستخلاص العصير: أحسن الفاكهة يجب أن تستخدم وتجمع الفاكهة في الوقت الصالح للعصير. ويجب الفرز لإزالة أي فاكهة مصابة بالحشرات ويجب غسل الفاكهة من التراب. ويستخلص العصير بغلى الفاكهة والعِنَبِيَّات berries لاتحتاج إلى ماء وتهرس وتغلى لمدة ٢-٣ ق. أما التفاح فيقطع أو يهرس ويحتاج إلى ماء ويغلى عادة لمدة ٢٠ ق حتى يطرى. ويهرس العنب والتفاح أما الخوخ والمشمش فيقشران ويطبخان ويمرران في ملبب pulper للحصول على هريس يحتوى على نسبة كبيرة من الجوامد الدقيقة المعلقة.

وللضغط توضع الفاكهة المهروسة في قماش قطن ثقيل ومنسوج إلى عمق ٧،٥ - ١٣ سم وتطوى الأحرف ناحية المركز ويوضع عليها رف خشبى ثم يوضع قماش فوق الرف وتكرر العملية حتى تمتلىء المعصرة press ثم يجرى الضغط. وتستخدم درجات حرارة تحت الغليان لتثبيط الإنزيمات وللمساعدة على إستخلاص العصير واللون من الفاكهة. وفي حالة العنب فإنه بعد إزالة السيقان يسخن لإستخلاص اللون (الأحمر) وللمساعدة على إستخلاص العصير ويسخن إلى ٦٣-٧٧°م لمدة ٥ق. ومع التفاح يعمل في قطع ٠،٦ سم فهذا يعطى أحسن النتائج ويمكن رش كمية صغيرة من حمض الاسكوربيك أثناء هرسها أو بعد الهرس مباشرة (٦-٧جم حمض اسكوربيك لكل ٢٠ كجم تفاح).

* درجة الأميد تمثل النسبة المئوية لوحدات حمض الجالاكتورنيك المؤمدة من كل وحدات هذا الحمض.

وتجمع العَنَبِيَّات وتهرس وتسخن إلى ٧١°م وتضغط والتسخين يعطى العصير لوناً شديداً وتزيد منه وإن كانت تذيب البكتين مما يجعل العصير أكثر صعوبة في الترشيح.

ويمكن تجميد الفاكهة لأنه أثناء التجميد ينفصل الماء على هيئة بلورات والعصير الذى جمد لو أنه سمح له أن ترتفع درجة حرارته إلى -٢,٢°م فإن العصير المجمد يمكن صفقه decanted وتستخدم بلورات الثلج بعد صهرها في إذابة البكتين. والفاكهة المجمدة والمخزونة على -١٨°م ترتفع درجة حرارتها إلى -٢,٢°م وتضغط إلى أن تفقد ٢٠٪ أو أكثر من ماءها.

نسبة السكر في الفاكهة تقرأ بالرفراكتومتر وبضرب قراءة الرفراكتومتر في وزن عصير الفاكهة يعطى سكر الفاكهة (جوامد ذائبة) في العصير.

ووزن السكر الذى يضاف كمكون للجيللى يحصل عليه بضرب وزن السكر المطلوب لكل وحدة وزن من جوامد الفاكهة في وزن سكر الفاكهة في العصير (العمود ٢ من الجدول ١).

ومجموع أوزان السكر النهائى + السكر في المكونات يساوى ٦٥٪ من وزن الجيللى النهائى. وعلى ذلك

- (وزن جوامد الفاكهة الذائبة + مكون السكر) × (٠,٦٥/١) = وزن دفعة الجيللى
- وزن دفعة الجيللى - مجموع وزن جوامد الفاكهة الزائد + وزن السكر المكون = وزن الماء في الجيللى.
- وزن عصير الفاكهة - وزن جوامد الفاكهة الذائبة = وزن الماء في العصير
- وزن الماء في العصير - وزن الماء في الجيللى = الماء الزائد الذى يجب تبخيره أثناء تصنيع الجيللى.

ويجب ملاحظة الجوامد الذائبة بإستخدام رفراكتومتر عندما يقترب الجيللى من مستويات الجوامد الذائبة المرغوبة.

معاملة الجيللى: العصير المروق يجب تسخينه بسرعة والبكتين يذاب بالكمية المطلوبة فيضاف البكتين أثناء التقليب الشديد ببطء ولكن يتجنب الغليان وتفضل درجة الحرارة ٧٧ - ٨٢°م لأنه عند الغليان يذوب السكر أسرع من البكتين وهذا يكون كتلاً ويمكن خلط نسبة من السكر مع البكتين للمساعدة في تشتته وذوبانه ثم بعد ذلك يضاف السكر المتبقى وترفع درجة الحرارة إلى نقطة الغليان.

الغليان : الغليان واحد من أهم نقاط عمل الجيللى وغرضها الرئيسى هو زيادة تركيزه إلى نقطة حيث تكوين الجيللى يتم. ولكن لايجب إطالة مدة الغليان وإلا فقد النكهة واللون وأثناء الغليان يتم كسح المواد المتجلطة ويجب التقليب للخلط الجيد والتسخين الموحد ويستمر الغليان لتكوين القوام عند التبريد. والطريقة للحكم على الوصول لنهاية العملية هى السماح للجيللى بالتساقط من ملعقة كبيرة وهى غير كاملة إذا نزلت كشراب رفيع ولكن إذا جمدت وتكسرت على الملعقة فالغليان قد تم ويقرأ الرفراكتومتر وهو يحدد المحتوى السكرى بمعامل الإنكسار.

جدول (١): التكوين لكل ١٠٠ وحدة وزن (كجم/رطل) للتحليل النهائي[أ]

الفاكهة	بركس[ج] معاير (٪ سكر)	تكوين لكل ١٠٠ وحدة وزن من الجيللي النهائي[ب]			
		وزن وحدات سكر الفاكهة الذائب لكل وحدة وزن للجوامد المطلوبة من جيللي معاير	جوامد الفاكهة الذائبة (وحدات وزن)	السكر[د] المضاف (وحدات وزن)	الماء الزائد من عصير[ى] معاير والذي يجب ازالته (وحدات وزن)
اناناس	١٤,٢٩	٨,٥٥	٦,٨١	٥٨,٢٠	٥,٨٢
برتقال	١٢,٥٠	٩,٧٨	٦,٠٣	٥٨,٩٧	٧,٢٣
برقوق	١٤,٢٩	٨,٥٥	٦,٨١	٥٨,٢٠	٥,٨٢
بويزنبري	١٠,٠٠	١٢,٢٢	٤,٩٢	٦٠,٠٩	٩,٢٥
تفاح	١٣,٣٣	٩,١٧	٦,٣٩	٥٨,٦١	٦,٥٧
تفاح كراب	١٥,٣٨	٧,٩٥	٧,٢٧	٥٧,٧٤	٤,٩٨
ثمر الجنة	٩,٠٩	١٣,٤٤	٤,٥٠	٦٠,٥٠	١٠,٠١
توت شوكي	١٠,٠٠	١٢,٢٢	٤,٩٢	٦٠,٠٩	٩,٢٥
توت عليق	١٠,٥٣	١١,٦١	٥,١٦	٥٩,٨٥	٨,٨٢
توت عليق أسود	١١,١١	١١,٠٠	٥,٤٢	٥٩,٥٨	٨,٣٤
توت لوجان	١٠,٥٣	١١,٦١	٥,١٦	٥٩,٨٥	٨,٨٢
تين	١٨,١٨	٦,٧٢	٨,٤٢	٥٦,٥٨	٢,٨٨
تين شوكي	٩,٠٩	١٣,٤٤	٤,٥٠	٦٠,٥٠	١٠,٠١
جوافة	٧,٦٩	١٥,٨٩	٣,٨٥	٦١,١٥	١١,١٩
خوخ	١١,٧٦	١٠,٣٩	٥,٧١	٥٩,٢٩	٧,٨١
رمان	١٨,١٨	٦,٧٢	٨,٤٢	٥٦,٥٨	٢,٨٨
سفرجل	١٣,١٣	٩,١٧	٦,٣٩	٥٨,٦١	٦,٥٧
عنب كونكورد	١٤,٢٩	٨,٥٥	٦,٨١	٥٨,٢٠	٥,٨٢
عنب الثعلب	٨,٣٣	١٤,٧٦	٤,١٥	٦٠,٨٥	١٠,٦٥
فراولة	٨,٠٠	١٥,٢٨	٣,٩٩	٦١,٠١	١٠,٩٣
قمام المناقع	١٠,٥٣	١١,٦١	٥,١٦	٥٩,٨٥	٨,٨٢
كريز	١٤,٢٩	٨,٥٥	٦,٨١	٥٨,٢٠	٥,[illegible]
كشمش	١٠,٥٣	١١,٦١	٥,٦١	٥٩,٨٥	٨,٨٢
مشمش	١٤,٢٩	٨,٥٥	٦,٨١	٥٨,٢٠	٥,٨٢

(أ) ٤٥ وحدة وزن من عصير فاكهة معاير إلى ٥٥ وحدة وزن سكر مركز لإعطاء ٦٥° بركس (٪سكر) في الجيللي النهائي.

(ب) تكوين ١٠٠ وحدة من الجيللي النهائي. الوزن يزاد نظرياً بواسطة ١,٥٤٪ وزن البكتين والحمض المضاف.

(ج) هناك مقاييس موضوعة تعرف سكر الفاكهة الموجود طبيعياً في كثير من عصائر الفاكهة.

(د) فيما عدا الماء الموجود في السكر المستخدم.

(ى) الماء الموجود في عصير معاير (وحيد القوة) في زيادة عن ٣٥وحدة وزن في الجيللي النهائي. الزيادة من الماء يجب أن تزال إذا أستخدم عصير تحت معاير أو إذا إحتوى السكر أو البكتين أو أي مكونات أخرى على ماء. يجب أن يزال أقل من الماء إذا ركز العصير أو كان أعلا من العيار standard.

وكثيراً مايستخدم الفراغ لأنه يسمح بإستخدام درجات حرارة أقل.

ويمكن عمل جيللى ممتاز وهذا يتطلب خلط المكونات ويكون الماء المفروض إزالته قد أزيل فعلاً. ويمكن إستخدام طريقة مستمرة والتى تسمح بقياس محلول بكتين ومركز فاكهة مقوى بكمية من الفاكهة فى شراب ينساب خلال غرف خلط ومبادل حرارى إلى مالىء.

الحموضة: يضاف الحمض لمعظم أنواع المربى لخفض رقم جـيد ولزيادة الحموضة الكلية ولتحسين النكهة. وأمثل جـيد لتكوين الجل يعتمد على الجوامد الذائبة (ج ذ SS) soluble solids. ففى جوامد ذائبة ٦٦ – ٧٢ ، ٦٥ – ٦٨، ٦٠ – ٦٥٪ فإن أمثل جـيد يتراوح مابين ٣,١ – ٣,٣ ، ٣,٠ – ٣,٢ ، ٢,٨ – ٣,٠ بالتتابع. ويضاف الحمض عادة كـ ٥٠٪ وزن/حجم من محلول حمض السيتريك وإن كانت أحماض الماليك والطرطريك واللاكتيك والفيوماريك والفوسفوريك يمكن إستخدامها. ويضاف الحمض متأخراً مثل قبل القفل مباشرة. وكمية الحمض المطلوبة يجب تقديرها بالتنقيط وعادة ٠,١ – ٠,٢٪ من المربى النهائية بالوزن لتبلغ كمية الحمض الكلية إلى ٠,٥٪.

الألوان والنكهة: تضاف الألوان الصناعية ويفضل الطبيعية وخاصة الانثوسيانينات من قشر العنب أما زيوت الموالح أو المواد الطيارة من الفاكهة فتضاف قرب النهاية.

التعبئة packaging: يجب وضع الجيللى فى زجاجات وقفلها بإحكام ووضع بارافين فوقها غير كاف والأوعية التى تملأ ساخنة على أعلا من ٨٣°م لاتحتاج إلى بسترة. ويترك عادة مالايزيد عن ١,٢٥ سم أعلا البرطمان. والأغطية الساخنة توضع سائبة loose مباشرة قبل القفل ثم تقفل بإحكام خلال ٢–٣ق. وهذا يسمح بخلخلة الهواء. والبخار فى الحيز العلوى يتكثف عندما يبرد الجيللى تاركاً فراغاً فى البرطمان. ويمكن القفل مع حقن البخار. وإذا لم يتم ذلك فإن عملية تعقيم تستخدم.

◈ **أسباب خفق الجيللى**

• **حموضة غير كافية:** هذا هو السبب العام فيجب قراءة جـيد لكل دفعة عندما تكون معدة للصب فى الأوعية وتعدل الحموضة بالحمض المناسب.

• **الغليان الزائد:** إن الغليان الزائد ينتج عنه حلمأة البكتين وتكوين كتلة شرابية متكرملة خالية من نكهة الفاكهة الطبيعية فيجب تركيز العصير والسكر إلى نقطة الجل بسرعة وأن يختبر المحلول بالرفراكتومتر عندما يقترب من ٦٥° بريكس قرب النهاية.

• **التبلر:** عند درجات الحرارة العادية قد يكون الجيللى بلورات إذا كان التركيز فى الناتج النهائى زائداً أو إذا لم يحتوى الناتج على سكر محول كاف. ومتابعة الجوامد الذائبة بالرفراكتومتر عند الإقتراب من النقطة النهائية يمكن أن يمنع زيادة التركيز. (Macrae)

والأسمـــاء: بالفرنســـية confiture، وبالألمانيـــة Marmelade ، Einganmachte، وبالإيطـــالية marmellate ، censerva ditrutia، وبالأسبانية mermelada.

رجلة/بقلة/فرفحين

الإسم العلمى	Portulaca sativa
	P oleracea (common pusslane/ pussley weed)
الفصيلة/العائلة: رجليات	Portulacaceae

بعض أوصاف

يمكن إعتبارها كخضار حيث تطبخ بطرق مختلفة وكتابل تستخدم الأوراق الغضة الطازجة فقط فتضاف للسلطات والأغذية النيئة. ومع أغذية الحميات الطبية والأوراق قد تحمص قليلاً وتضاف إلى بعض أنواع الحساء.وهى تقاوم حموضة المعدة.

وأوراقها لاتصلح للتجفيف وقليلة الملوحة، ولكن يمكن حفظها فى الملح.

(الشهابى وأمين رويحه)

الأسمـــاء: بالفرنســـية pourpier، وبالألمانيـــة Portulak، وبالإيطاليـــة portulaca ، portallania، وبالأسبانية verdolaga.

(Stubart)

رجيم/حمية — diet

أنظر: حمية

رحيقانى/خوخ أملس/زلِّيفة — nectarine

أنظر: خوخ

رز/أرز — rice

أنظر: أرز

رزم

رزمة — package

أنظر: عبوة

رسم

روسم/روشم — label

إن الغرض من روسمة الأغذية هو إعلام المستهلك عن طبيعة وخصائص وتكوين منتجات الأغذية حتى يمكن للمستهلك أن يكون رأيه بصورة مناسبة.

متطلبات المجموعة الأوروبية

Economic European Community
EEC labeling requirements

إن قوانين الروسمة للأغذية تم إنسجامها خلال المجموعة بواسطة الإتجاه الروشمى للمجموعة الإقتصادية الأوروبية ١١٢/٧٩م أ أ وتعديلاته. ومنها ٣٩٥/٩٨م أ أ وهى تطلب أن يبين الآتى فى روسمة الأغذية التى تم تعبئتها:

١- إسم المنتج. ٢- لستة بالمكونات. ٣- بيان عن إستمراريته. ٤- ظروف التخزين وتعليمات للإستخدام (إذا تطلب الأمر ذلك). ٥- إسم وعنوان الصانع أو المعبىء. ٦- مكان الأصل.

٧- الكمية الصافية. ٨- مقدار الكحول إذا لزم الأمر. ٩- اللغات التى يمكن إستخدامها.

والمواد الغذائية التى لها قابلية للفساد يجب روشمتها بتاريخ "إسْتَخْدِم بتاريخ"ثم يذكر اليوم والشهر أو اليوم والشهر والسنة مع بيان ظروف التخزين.

ويبين مقدار نسبة الكاكاو فى الشيكولاتة ومحتوى السكر ومحتوى الفاكهة المستخدمة فى تحضير المربى وجملة "أن عصير الفاكهة المستخدم صنع من عصير مركز". وبالنسبة لمنتجات اللحوم يجب أن يبين أقل محتوى للحم.

وبالنسبة لمنتجات الألبان أن يبين أنها منتجات ألبان.

وفى الولايات المتحدة توجد قوانين مشابهة مع بيان المضافات مع بيان وظيفتها فمثلاً بنزوات الصوديوم أو حمض الاسكوربيك لحماية النكهة.

الشرق الأوسط

يوجد متطلبات لروشمة الأغذية المعبأة فى كل من المملكة العربية السعودية والبحرين وعمان وأبوظبى ودبى والأردن والكويت وهى تتطلب أن يعلن فى الروشم: ١- إسم المنتج. ٢- لستة بالمكونات ويذكر المضافات. ٣- إسم الصانع أو المعبىء. ٤- بلد المنشأ. ٥- تاريخ الإنتاج وتاريخ إنتهاء الصلاحية.

واللغة العربية إستعمالها ضرورى كما يمنع إستخدام فى المملكة العربية السعودية نجمة داوود المسدسة وصور العائلة المالكة وصور المساجد المحرمة فى مكة والمدينة والرمز الملكى (سيقان وشجرة نخل) مالم يسمح بذلك والصليب وأى صور غير لائقة بالمسلمين. وفى دبى يحرم إستخدام أسماء أو جمل أو تعبيرات مضادة للإسلام والأخلاق العامة. وإسرائيل لها قوانين روشمة مفصلة ومتطلبات روشمة "كوشر".

المطالب claims

يمكن أن تقسم المطالب إلى: ١- مطالب غذائية مثل علو الألياف وإنخفاض السكر. ٢- مطالب خاصة بوجود أو غياب المضافات أى طبيعة الأغذية وطرق تصنيعها.

مطالب غذائية nutrition claims: مثل مطالب تتصل بمرض البول السكرى ومطالب بأن الأغذية تصلح للتخسيس أو إنخفاض الوزن، أو طاقة منخفضة أو أقل. أو مطالب تتعلق بإضافة فيتامينات أو معادن أو مطالب تتعلق بوجود أو غياب الكوليسترول أو مطالب دوائية. وفى معظم الحالات فإن الناتج الغذائى يجب أن يقابل متطلبات تكوينية شديدة قبل أن يستطيع أحد أن يدعى هذه المطالب claims. فمثلاً غذاء ما يدعى أنه "منخفض فى السعرات" يجب ألا يعطى أكثر من ١٦٧ك ج (٤٠ سعراً) لكل ١٠٠جم أو كل ١٠٠مل. وقيمة الطاقة فى حصة الطعام serving العادية لهذا الغذاء يجب ألا تكون أكثر من هذه القيمة. والطاقة المخفضة يجب ألا يُدَّعى بها إلا إذا كانت ٧٥٪ أقل من الطاقة التى يقدمها الغذاء المقابل العادى، فهى مسألة نسبية وليست مطلقة.

وتمنع القواعد الخاصة بإدعاءآت الصحة أي إدعاء بأن غذاء مايستطيع منع أو معالجة أو شفاء من أي مرض إنساني إلا إذا كان هناك رخصة من قانون الأدوية.

وهناك إدعاءآت بإنخفاض المحتوى من الدهن أو السكر أو الملح أو الصوديوم أو إستخدام إدعاء "عال في الألياف" أو "لم يضاف أي سكر" حتى يستطيع المستهلك أن يقارن بين القيم الغذائية للأغذية.

الروشمة الغذائية في المملكة المتحدة: إن المغذيات التي يجب أن تذكر يمكن أن تجرى في طريقين: المجموعة الأولى: الأربع الكبار "طاقة، بروتين، كربوايدرات ودهن" أو المجموعة الثانية: "طاقة، بروتين، كربوايدرات، سكريات، دهن، مواد مشبعة saturates وألياف وصوديوم". والروشمة الغذائية يمكن أن تشمل النشا والكحولات العديدة وأحادي عدم التشبع وعديد عدم التشبع والكوليسترول والمعادن أو الفيتامينات.

وفي الولايات المتحدة يجب أن يسبق المعلومات الغذائية جملة "معلومات غذائية لكل حصة serving" ويتبع ذلك حجم الحصة وعدد الحصص في الوعاء. ثم تعطى المعلومات التالية مبنية على أساس كل مكون يوجد في الحصة: الطاقة (سعرات)، بروتين، كربوايدرات، دهن، صوديوم، ونسب من الحصص الموصى بها يومياً recommended daily allowance من البروتين وفيتامين أ، وفيتامين ج والثيامين والريبوفلافين وحمض النيكوتينيك والكالسيوم والحديد. ويمكن التطوع بإعطاء محتوى البوتاسيوم. وبالمثل فمعلومات من إضافة الفيتامينات والمعادن يمكن ذكرها على أساس النسبة المنوية للحصص الموصى بها وكذلك معلومات عن الأحماض الدهنية والكوليسترول.

وبالنسبة للروشمة الغذائية فإن القانون يطلب معلومات منها حجم الحصة، عدد الحصص، الطاقة الكلية (سعرات)، الطاقة من الدهن، الدهن الكلي، الدهن المشبع، كوليسترول، الصوديوم، الكربوايدرات الكلية، الكربوايدرات المعقدة، السكر، الألياف الغذائية، البروتين والفيتامينات والمعادن أو أي مغذيات أخرى كما تحددها هيئة الغذاء والأدوية FDA. (Macrae)

رشح to filter

الترشيح والفصل يلعبان دوراً مهماً في تحضير المشروبات خاصة البيرة والنبيذ وهي كنواتج لعمليات تخمر تتطلب خفضاً واسعاً في الكائنات الدقيقة والمواد المكونة للسديم haze عند نهاية دورة الإنتاج. وغرض هذا الترويق هو الحصول على ناتج لايحتوى أي كائن حي دقيق مضر وأن تكون براقة للرؤية وأن يكون لها عمر الرف المطلوب.

وعمليات الترويق التي تستخدم عادة في تصنيع البيرة والنبيذ هي الترويق بكيسلجور والترشيح بالفرخ sheet-filtration والترشيح الدقيق الإنسيابي المتعارض cross-flow microfiltration (للنبيذ) والترشيح الغشائي النهائي dead-end membrane filtration.

عوامل الترشيح والتلبد
clarifying and flocculating

هى مواد غير الإنزيمات والتى تشجع على التروبق و/أو ثبات السوائل بواسطة إزالة المواد المعلقة أو المواد المنتجة للسديم. ويدخل ضمن هذه الفئة المرسبات والخالبات وعوامل التكرير.

ترشيح كيسلجور Kieselguhr filtration

ترشيح كيسلجور أو المواد الدياتوميية diatomaceous earth فى صناعة البيرة والنبيذ هى طبقة مبدئية precoat filtration مع إضافة كيسلجور مرة أخرى كتغذية جسم body-feed. وفى صناعة البيرة فهى دائماً ترشيح ضغط للمحافظة على الكربنة بواسطة ثانى أكسيد الكربون فى البيرة، وفى صناعة النبيذ فإنها يمكن أن تكون ترشيح ضغط أو فراغ. وإستخدام ترشيح كيسلجور محصور على محتويات صلبة حوالى ٠,٢٪ على الأكثر. والتغذية بمحتويات صلبة أعلا من ذلك تحتاج دائماً إلى خطوة قبل-معاملة.

التقنية الأساسية فى ترشيح كيسلجور
basic technology of Kieselguhr filtration

الكائنات الحية الدقيقة وجسيمات السديم أصغر كثيراً من فتحات المنخل فى تركيب المرشح المستخدم كدعامة ميكانيكية لكعكة الكيسلجور ولذلك فإن طبقات عدة من كيسلجور خشن تستخدم للحصول على كعكة ضيقة الفتحات والتى تحتفظ بجسم التغذية وجوامد البيرة/النبيذ. والجرعات المستمرة من جسم التغذية تمنع زيادة الضغط السريع "بتخفيف" الجوامد وعلى ذلك فينتج عنها وقت ترشيح أطول. والعلاقة بين ضغط الترشيح ودفق المرشح filtrate flux أو معدل الإنسياب النوعى (الإنسياب لكل وحدة مساحة) وسماكة الكعكة ومقاومتها يحصل عليه من قانون دارسى Darcy's law ومشتقاته. وإحدى مشتقات قانون دارسى محتوية على معالم: نفاذية الكعكة والكثافة النسبية specific gravity والثخانة/السُمْك هى:

د = Δض / μ ق ك (١- Σ) ع

$$U = \Delta P / \mu\, a\, ps\, (1 - \Sigma)\, L$$

وحيث أن ك ، Σ هى ثوابت لكعكة معينة فإن التعبير يمكن أن يبسط إلى:

د = Δض / μ ق ثر ع

$$U = \Delta P / \mu\, a\, c_k\, L$$

حيث:

د : دفق المرشح (م/ ثانية أو م٣/ثانية/م٢)
U = filtrate flux (m/s or $m^3/s/m^2$)
μ : لزوجة المرشح (ن ثانية م-٢)
μ = filtrate viscosity (N s m^{-2})
Δض : الفرق فى الضغط (ن م-١)
ΔP' = differential pressure (N m^{-2})
ق : المقاومة النوعية للتَرشيح (م كجم-١)
a = specific filtration resistance (m kg^{-1})
ك : الكثافة النسبية للجسيمات المكونة للكعكة (كجم م-٣)
ps = specific gravity of the cake forming particles (kg m^{-3})
Σ : نفاذية الكعكة
Σ = filter cake porosity
ثر : ثابت كعكة الترشيح (كجم م-٣) [= ك (١ - ε)]
c_k = filter cake constant (kg m^{-3})
ع : عمق الكعكة (م)
L = cake depth (m)

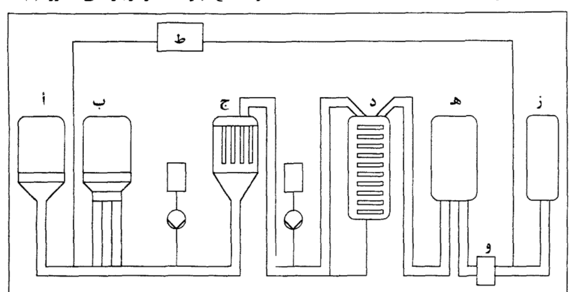
وهـذا التعبـير يمكـن أن يسـتخدم كنمـوذج لعمـل طرق مختلفة لتشغيل مرشح كيسلجور أي:

- إنسياب ثابت، وضغط مختلف.
- ضغط ثابت وإنسياب مختلف
- إنسياب مختلف وضغط مختلف.

والأول عادة يستخدم فى ترشيح البيرة والنبيذ.

ترشيح كيسلجور للبيرة

يتكون مصنع البيرة مما هو موجود فى الصورة (١)



الصورة (١): مكونـات تصنيـع ترشـيح بيـرة: أ: تنـك تخزيـن لبيـرة غير مرشـحة، ب: تنـك لبيرة غيـر مرشـحة، ج: مرشـح كيسلجور بما فيه وحدة التجريع dosing unit، د: وحدة تثبيت ع ث ع ب ومن ضمنها وحدة تجميع، هـ : تنك تنظيم لبيرة متلألئة، و: وحدة كربنة، ز: تنك بيرة متلألئة ط: التنظيف فى المكان.

وتبتدىء العملية بوحـدة مرشـح كيسـلجور ممتلئـة ماء. وبعـد خطوتـى تغطيه مسبقة كما فـى الجـدول (١) تدفـع الميـاه خارجاً بالبيرة القادمة وجـزء مـن البيرة المخففة الناتجة تجمع وتخلط مرة ثانية إلى البيرة غير المرشحة أثناء الإنتاج.

ثم يعاد إدارة البيرة فى مصنع الترشيح لعدة دقـائق لتثبيت مستوى السديم فى المرشح وعند نهاية هـذه الخطـوة فإن البيرة تصل إلى وضـوح/روقـان ليـس أكثر من ٠,٦ (إتفاقية صناعة البيرة الأوربية European Brewery Convention ص ب أ EBC) وعنـد نهاية الدوران فإن تجميع البـيرة المتلألئـة أو المرشـحة يمكن أن يبتدىء.

جـدول (١): نفاذيـة الكيسـلجور فـى الخطـوات المختلفة للعملية.

خطوة العملية	النفاذية
التغطية المبدئية الأولية	١,٢ - ١,٥ دارسى
التغطية المبدئية الثانية	١٠٠ - ٢٥٠ دارسى
تغذية الجسم body-feed	٣٠ - ٢٥٠ دارسى

◈ **معالم الجودة فى المرشح**

• **الكائنات الحية الدقيقة:** البيرة العادية قبل الترشيح تحتوى ١-١٠ مليون خلية خميرة/مل. أما ترشيح كيسلجور فيمكنه خفض هذا العدد إلى حد أقصى ٥ خلايا خمائر/١٠٠مل. وهذا تخفيض قدره ٢×١٠^٢ إلى ٢٠×١٠^٨ والبكتريا إذا وجدت فإنها تخفض بعامل ١٠^٣-١٠^٤.

• **السديم haze:** إن السديم الكلى يتكون بالتأثير الضونى الناتج من خلايا الخميرة والبروتينات وعدد من مواد عالية الوزن الجزيئى. ومستوى ٠,٦ ص ب أ EBC أو أقل مقبول.

• **الأكسجين المذاب:** للمحافظة على عمر الرف للناتج فإن محتوى الأكسجين المذاب يجب أن يكون منخفضاً (لتجنب التغيرات فى المظهر والخواص الحسية) فرقم ٠,١مجم أكسجين / لتر بيرة مقبول.

◈ **ظروف المعاملة**

• **سرعة الترشيح وحجم الدفعة:** كلما زادت سرعة الترشيح (أو الدفق flux) كلما صغر حجم الدفعة والذى يقاس عادة بالهكتوليتر (هل) hl.

ولايمكن معايرة سرعة الترشيح. والقيم العادية - تتوقف على نظام الترشيح ونوع البيرة - تختلف من ٢,٥ إلى ١٠ هل/م^٢/ساعة. ويحصل على سرعات ترشيح عالية بإستخدام أنظمة ترشيح وعائية وأفضلها مرشحات الشمعة candle filters أو مرشحات الورقة الأفقية horizontal leaf filters.

أما مرشحات ذات الألواح والاطار plate & frame filter فهى تعمل على معدلات ترشيح أقل.

والمرشح يغطى مبدئياً على ٧ - ١٠ هل/م^٢/ ساعة. وحجم الدفعة يجرى على ١٥ - ٧٠ هل/ م^٢/مساحة ترشيح ويمكن الحصول على الدفعات الكبيرة بإستخدام إنزيمات تكسر β جلوكان وبذا تقلل من متطلبات حجم جسم التغذية body-feed requirement.

• **درجة الحرارة:** درجة حرارة الترشيح أقل من ١°م ومثالياً -١°م ودرجات الحرارة الأقل أحسن لأن "سديم التبريد chill hazes" ويشمل البروتينات والمواد الأخرى ذات الوزن الجزيئى تترسب وتزال بالترشيح.

• **المعاملة الإضافية:** مع ترشيح الكيسلجور فإن البيرة تقابل أحياناً بإضافة سيليكاجل أو عديد الفينايل عديد البيروليدون (ع ف ع ب PVPP) polyvinyl polypyrolidone لتحسين ثبات السديم أو الغرويات وهذا يؤدى إلى صغر حجم الدفعة وعلى ذلك فإن معاملة ع ف ع ب تتم فى وحدة ترشيح ثابتة مع محطة لإعادة توليد الـ ع ف ع ب.

• **أنواع المرشح:** يتم إحلال المرشح ذى اللوح والإطار بطرق أحسن. فمرشحات الأوعية مثل: مرشحات الشمعة مع عناصر ترشيح أسطوانية معلقة من إطار مخرم داخل الوعاء، ومرشحات ورقية

أفقية مع طرد مركزى للوحل، ومرشحات ورقية رأسية. والمرشحات الشمعية مفضلة لخواصها الترشيحية الممتازة ولغياب أى أجزاء متحركة. والترشيح يتم فى ٣٠ إلى ١٠٠٠ هل/ ساعة للمرشح ذى الورقة الأفقى ومن ١٠٠ إلى ١٠٠٠هل / ساعة للمرشح الشمعة.

ترشيح كيسلجور للنبيذ

نفس الأسس المستخدمة مع البيرة تصلح للنبيذ ولكن معالم الطريقة تختلف فسرعة الترشيح تتراوح مابين ١٠-٢٠ هل/ م^{٢}/ساعة نظراً لحسن ترشيح النبيذ، ودرجة الحرارة أعلا إلى ٢٠°م ودرجة الكيسلجور تختلف. وعدة مراحل من الترشيح تختلف فى إنتاج النبيذ فالأولى بعد التخمر الأصلى والثانية بعد إستخدام المروقات finings والثالثة يمكن أن تكون مرحلة قبل الترشيح قبيل الترشيح بالغشاء قبل الوضع فى زجاجات (عبزجة) مباشرة. وأنواع الكيسلجور تختلف من خشن فى الترشيح الأول إلى ناعم جداً فى الأخير.

وأنواع المرشحات المستخدمة هى ذات اللوح والإطار، ومرشح الورقة الأفقى وللوحدات الأصغر مرشح الورقة الرأسى. والمرشحات الشمعية عادة لاتستخدم بسبب تعدد أنواع النبيذ والخطر من الخلط عند تغيير الدفعة. ومرشح الورقة الأفقى يمكن أن يفرغ ويملأ مرة ثانية بالنوع الجديد وهذا يقلل خطر مدى الخلط. والمصانع تختلف من ١٠ -٦٠٠ هل/ساعة.

ترشيح الصفحة sheet filtration

يستخدم ترشيح الصفحة كترشيح ثان للتنقية polishing أو للحصول على خفض أكثر للكائنات الدقيقة وفى صناعة النبيذ يستخدم كترشيح مبدئى. ولهذه الأغراض يوجد مدى متسع من مرشحات الصفحة من ترشيح مبدئى "خشن" إلى ترشيح نهائى مع خفض البكتيريا بعامل يصل إلى $١٠^{٨}$. وفى صناعة البيرة فإن درجات مرشح الصفحة sheetتختلف على مدى صغير ضيق لخفض مستوى السديم والحصول على بيرة خالية من الخميرة ولتقليل البكتريا. ومرشحات الصفحة الأضيق tighter مع خفض للبكتريا بعامل $١٠^{٦}$-$١٠^{٨}$ لاتستخدم فى صناعة البيرة لأسباب إقتصادية، فوجود المواد الغروية يقلل من عمر الصفحة. وظروف العملية تعتمد على نوع الصفحة (جدول٢). ونفاذية مرشح الصفحة تعطى باللتر/ م^{٢}/ ق مقاسة على ٢٠°م ، ١٠٠ كيلو باسكال مع إستخدام ماء سبق ترشيحه.

جدول (٢): مرشحات الصفحة

النفاذية (لتر/م^{٢}/دقيقة)	الدفق (هل/م^{٢}/ساعة)	الاستخدام
٣٠٠	٦	ترشيح مبدئى للنبيذ
١٥٠	٢-٣	خفض مستوى السديم وترشيح البيرة
١٣٠	٤	خفض مستوى السديم وترشيح النبيذ
٨٠-٩٠	١,٥	ازالة الخميرة من البيرة
٨٠-٩٠	٣	ازالة الخميرة وخفض البكتريا فى النبيذ
٣٠	٢	ازالة البكتريا من النبيذ

(Macrae)

وعمر مرشح الصفحة يتوقف على نفاذية وكمية ونوع المواد الصلبة التى يجب إزالتها وسرعة الترشيح وبالنسبة للبيرة تختلف من ٥٠ - ٢٠٠ هل/م٢ ومرشح الصفحة الموجود تجارياً يتكون من سليولوز وكيسلجور وأحياناً برليت perlite. وعيوبه تتضمن "فقد القطارة drip losses" من خلال الأحرف المعرضة خاصة مع المنتجات عالية القيمة وعلو المدخل input اليدوى المطلوب فى المناولة.

والتقدم الحديث فى أنظمة أوعية الترشيح مستخدماً مرشح الصفحة كوسط ترشيح يمنع هذه المشاكل. فمرشح صفحة مصنوع من "الخرطوشة العدسية lenticular cartridges" يسمح بترشيح خال من فقد القطارة. ومناولة هذه الخرطوشات سهل جداً فحتى ٣,٦م٢ فى وحدة واحدة مقابل أقصى طاقة من ١,٤م٢ لكل صفحة واحدة. وتحت الظروف العملية من الممكن الوصول إلى حوالى ضعف سرعة الترشيح لمرشح الصفحة العادى.

الترشيح النهائى للنبيذ

كخطوة أخيرة قبل الوضع فى الزجاجات يمكن أن يعامل النبيذ بترشيح الغشاء. فإزالة كل البكتيريا الضارة يتطلب أغشية ذات ثغور ٠,٤٥ ميكرومتر وهذا الغشاء غال ويتطلب ترشيح مبدئى كفء. وهذا يمكن أن يتم بإستخدام خرطوشة عدسية مع وسط ترشيح عميق أو بإستخدام مرشح خرطوشة مصنع من قطن مموج wound أو زجاج أو ألياف عديدة البروبيلين polypropylene أو وسط ألياف غير مبلمرة غير مغزولة non-woven fibrous polymeric media والتى يمكن أن تطوى pleated لأحسن سطح ترشيح لكل حجم. ويمكن عمل ضبط للأغشية النهائية.

الترشيح الدقيق الإنسيابى المتعارض

كل التقنيات التى تم شرحها مبنية على مواد تستهلك وتقنية معينة يمكنها أن تربط عدة أطوار ترشيح فى عملية واحدة وبذا يقل الإهدار وهذه التقنية هى الترشيح الدقيق الإنسيابى المتعارض.

وإستخدام ثغور من ٠,١ - ١ ميكرومتر يسمح بتقنية بديلة للأنظمة المستخدمة حتى الآن.

وهى مبنية على أغشية شعرية أو أنابيبية (قطر داخلى ٠,٨ - ٤ مم) أو أغشية صفحة مسطحة مع شبكة mesh يسمح بعمل تشجيع على الاضطراب turbulence-promoting mesh ويستخدم مواد متبلرة. فالعملية تتطلب إنسياب مضطرب لمنع إستقطاب التركيز وبالتالى سرعة سد الغشاء.

وقد وجدت هذه التقنية إستخداماً فى ترشيح النبيذ والقيم للمرشح أو دفق المتخلل/المنفذ هى ٣٠ - ٨٠ لتر/م٢/ساعة وتستمر لمدة ٦ - ٣٠ ساعة. والمشكلة هى منع إضمحلال الدفق السريع. ويمكن منع إنخفاض الدفق إلى حد ما بواسطة الدفق العكسى back flushing أو أى تقنية تمنع خفض الانسداد fouling-reducing technique.

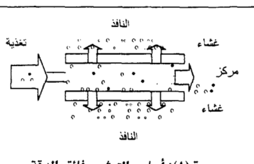
وفى البيرة تقنية الإنسياب المتعارض cross flow غير إقتصادية لإنخفاض درجة حرارة وإرتفاع نسبة الجزء الغروى من المواد الصلبة والذى ينتج عنه معدل دفق فقط ٢٠ - ٣٠ لتر/ م٢/ساعة علماً بأن كميات البيرة التى يحتاج إلى ترشيحها كبيرة.

الترشيح فائق الدقة ultrafiltration

أسس الترشيح فائق الدقة
principles of ultrafiltration

ماهو الترشيح فائق الدقة

هو مرشح مدفوع بالضغط له نظام غشاء إنسياب عبر cross-flow membrane والذى يقوم فى نفس الوقت بتنقية وتركيز وتجزئة الجزيئات العضوية فى تيار تغذية (الصورة ١).



صورة (١): أساس الترشيح فائق الدقة.

٥٥ جزيئات كبيرة (بروتين، دهن، ... ألخ)

. مذاب ذو وزن جزيئى منخفض (مثل اللاكتوز والأملاح ... ألخ)

.. جزيئات ماء

والتيار الداخل تحت ضغط يمرر عبر غشاء شبه منفذ semi-permeable والذى يفصله إلى تيارين مخرجين effluent تعرف بإسم النافذ permeate والمحتفظ به retentate (مركز concentrate) والنافذ permeate هو الجزء الذى يمر خلال الغشاء شبه المنفذ ويحتوى على جزيئات صغيرة ذائبة. أما المحتفظ به فهو ذلك التيار والذى تمت تغنيته بالمذابات أو المواد الصلبة المعلقة والتى لم تمر خلال الغشاء. وطبيعة الغشاء نفسه تضبط أى المكونات تنفذ وأيها يحتفظ به.

أساس الترشيح فائق الدقة
principle of ultrafiltration

إن ميكانيزم الفصل فى الترشيح فائق الدقة هو أساساً عملية تحل فيها مكونات تيار التغذية وتفصل تبعاً لوزنها الجزيئى. ومقدرة الغشاء على الإحتفاظ بمعظم الجزيئات الكبيرة ذات الوزن الجزيئى المعروف تستخدم عادة لتحديد ثغور الغشاء والمصطلح المستخدم هو قطع الوزن الجزيئى (ق و ج molecular weight cut-off (MWCO وهذا هو أصغر جزىء كبير يرفضه الغشاء. ومعظم أغشية الترشيح فائق الدقة ترفض المكونات ذات الوزن الجزيئى فى مدى ١٠٠٠ - ١٠٠٠٠٠٠ دالتون. والجدول (١) يبين الوزن الجزيئى ونسبة القطر لمكونات اللبن الرئيسية. ولما كانت معظم أغشية الترشيح فائق الدقة لها حجم ثغور يتراوح مابين ١ إلى ٥٠ نانومتر فإن معظم مكونات اللبن فيما عدا الماء واللاكتوز والأيونات وبعض الفيتامينات القابلة للذوبان فى الماء ترفض. وأغشية الترشيح فائق الدقة غير منفذة للدهون والبروتينات والمواد المرتبطة بها.

الترشيح فائق الدقة

تقريباً كل أغشية الترشيح فائق الدقة غير متماثلة فى الشكل morphology ومعنى ذلك أن لها طبقة كثيفة رفيعة أو جلد (حوالى ٠,٢ ميكرومتر) فوق غشاء هو الذى يعرف درجات الفصل التى تحدث وطبقة دعم إسفنجية (حوالى ١٠٠ ميكرومتر فى الثخانة/السمك) تحتها. وهذه الأغشية عادة

متجانسة فى المواد وتتكون من نفس البوليمر أو البوليمر المشارك. وقد أستخدمت المواد الآتية فى تحضير أغشية الترشيح فائق الدقة.

جدول (١): الوزن الجزيئى والأقطار النسبية لبعض مكونات اللبن.

مكون اللبن	الوزن الجزيئى (دالتون)	القطر (نانومتر)
ماء	١٨	٠,٣
أيون الكلور	٣٥	٠,٤
أيون الكالسيوم	٤٠	٠,٤
لاكتوز	٣٤٢	٠,٨
α-لاكتالبيومين	١٤٥٠٠	٣,٠
β-لاكتاجلوبيولين	٣٦٠٠٠	٤,٠
البيومين سيرم الدم	٦٩٠٠٠	٥,٠
تجمع غرويات الكيزين/ مُذَيَّلات الكيزين	10^{2} – 10^{6}	١٠ – ٦٠٠
حبيبة الدهن	–	٢٠٠ – ١٠٠٠٠

خلات السليلوز (خ س CA)

cellulose acetate

هذه أول أغشية طورت ولكن خلات السليولوز لاتستخدم كثيراً الآن للأسباب الآتية: ١- ثبات حرارى (حتى ٣٥°م) وكيماوى (جـ يد ٣ – ٧) فقير. ٢- عدم تحمل الكلور. ٣- تعرضها للفساد بواسطة الكائنات الدقيقة أكثر من الأنواع الأخرى. ٤- تتعرض للإندماج أو الإنضغاط لدرجة أكبر نسبياً.

عديد السلفونات (ع س PS polysulphonate

عديد السلفون الجشب والخامل نسبياً هو أكثر الأغشية إستخداماً فى صناعة الأغذية. وهو له الميزات الآتية:

١- يمكن إستخدامه على درجات حرارة عالية (حتى ٧٥°م) والبعض يعطى قد يستخدمه حتى ١٢٥°م.

٢- ملائم للإستخدام مع مدى متسع من جـ يد (٠,٥ – ١٣) وبذا فإن التنظيف أسهل.

٣- متاح فى مدى متسع من حجم الثغور من ٠,٠١ إلى ٠,٠٢ ميكرومتر.

٤- مقاوم أحسن للكلور.

والحد الوحيد لعديد السلفون أنه يمكن تشغيله فى مدى ضيق من الضغط (حوالى ١٧٠ – ٧٠٠ كيلو باسكال).

أغشية معدنية أو خزفية

mineral or ceramic membranes

الأغشية المعدنية تكون بترسيب الالومينا أو الزيركونيا zirconia أو الكربون أو الفضة على دعامة ذات ثغور صغيرة من نفس المادة. ولما كانت هذه مصنوعة من مواد غير عضوية فهى لاتعانى من حدود الأغشية المبلمرة مثل درجة الحرارة ورقم جـ يد وضغط التشغيل. وصانعو الأغشية الخزفية يقولون أنها تستطيع أن تتحمل ضغوطاً حتى ٢,٠ مليون باسكال بدون اندماج أو إنضغاط. وأنها تستطيع تحمل كل مدى جـ يد ودرجات حرارة حتى ٤٠٠°م وتنظيفها سهل فهى من الممكن أن تعقم فى معقم. وحدودها أنها متاحة فقط فى شكل أنبوبى وأن لها ثغور كبيرة وهى غالية الثمن.

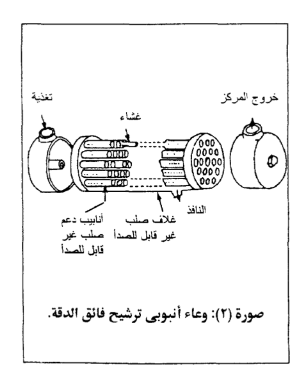
❖ **شكل أغشية الترشيح فائق الدقة**

ultra-filtration membrane configuration

توجد هذه فى أربعة أشكـــــال: ١- الأنبوبـى ٢-والليفى المجــوف ٣- واللــوح والإطـــــــار ٤- والحلزونى.

• الأوعية الأنبوبية tubular module

الأوعية الأنبوبية كـانت مـن أول أجهزة الترشـيح فائق الدقة الذى استخدم أغشية مخلقة. وفى هذا الوعاء فإن الغشاء نفسه يمكن أن يصب مباشرة على أنبوبة زجاج ليفى أو يصب على أنبوب ورق منفصل وهذا يدخل فى أنبـوب صلـب غـير قـابل للصدأ مخرم (الصـورة ٢). وحزم من عـدة أغشـية أنبوبية توجد فى جـدار صلـب غـير قـابل للصدأ. وهـذه الأوعية لها قنـوات كبيرة مفتوحة التغذية لها أقطار داخلية من ١٢ - ٢٥مم وطول من ٠,٦ - ٦,٤ متر.

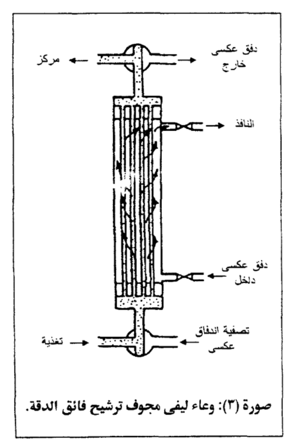


صورة (٢): وعاء أنبوبى ترشيح فائق الدقة.

ومحلـول التغذيـة تحـت ظـروف مضطربـة ينسـاب داخل كل أنبوبة لها جدار داخلـى يحتوى الغشاء. والنافذ ينفذ خلال الغشاء والمادة الداعمة ويجمع فى المجمع housing.

• الألياف المجوفة hollow fibres

وهذه فى شكل أنابيب مدعمة بنفسها مع طبقة الجلد skin الكثيفة داخل الأنبوبة والتى قطرها عادة مابين ٠,٥ إلى ١,١مم (الصورة ٣). ومئات من هـذه الألياف تبعاً لقطـر الليفـة وحجمهـا فـى المجمـع housing تلحـم لتكـون خرطوشـة cartridge فى جـدار وأنبوبة shell & tube وتربط عند كل نهاية فى فتحة أنبوبة ايبوكسـى.



صورة (٣): وعاء ليفى مجوف ترشيح فائق الدقة.

وتيار التغذية ينساب خلال داخل الألياف والنافذ يجمع في الخارج. وكل خرطوشة صناعية قد تحتوي من ٠,٧ إلى ٢,٨م^{٢} من مساحة الغشاء.

وهذه تعمل في إنسياب طبقي مستخدمة قص/جز عال لضبط إستقطاب التركيز.

جدول (٢): مزايا وعيوب الأشكال المختلفة للترشيح فائق الدقة.

الشكل	المزايا	الحدود
أنبوبي	- يصلح مع الجوامد الصلبة ذات الجسيمات الكبيرة - من الممكن التنبؤ بعمل الغشاء بإستخدام ديناميكا السوائل البسيطة - يمكن إحلال الأغشية في الموقع فتتكلف أقل - سهولة التنظيف	- أعلا إستهلاك للطاقة لكل وحدة حجم من النافذ - هبوط ضغط عال high pressure drop - أقل نسبة سطح إلى حجم فيحتاج إلى أقصى مساحة - حجم التوقف بالوحدة عال high hold-up volume per unit
ألياف مجوفة	-أقل إستهلاك للطاقة - أعلا نسبة مساحة سطح إلى الحجم، أقل حجم توقف - الوعاء الوحيد الذي يسمح بالإندفاق العكسي back-flushing	- حيث لايوجد دعم للألياف المجوفة فهو يعمل في مدى ضيق من الضغط (١٧٠ - ٢٧٠ كيلو باسكال) - الألياف معرضة للإنسداد -مناولة الجسيمات الكبيرة والجوامد المعلقة يسبب مشاكل - تحتاج الخرطوشة cartridge الكاملة أن تستبدل في حالة التسريب فالإحلال غال
اللوح والإطار	-إستهلاك الطاقة متوسط وأقل من الأنبوبي - في حالة التسرب فإن الغشاء يغير فالتغيير رخيص - نسبة السطح إلى الحجم وحجم التوقف متوسط بين الأنبوبي والحلزوني	- تنظيف الغشاء أكثر صعوبة - التكاليف الأصلية عالية
الحلزون	- يسمح بإستخدام ضغط عال جداً دون ضرر للغشاء - إقتصادي جداً في إستهلاك الطاقة وإستبدال الغشاء - الأصول منخفضة السعر - مساحة السطح إلى الحجم عالية جداً - حجم التوقف منخفض	- من الصعب معاملة سوائل لها محتوى عال من المواد الصلبة أو الليفية - الجسيمات الكبيرة قد تعلق في الشبكة ممايسبب مشاكل في التنظيف - هبوط الضغط العالي

• اللوح والإطار plate & frame

في هذا الشكل فإن صفائح منبسطة من الغشاء توضع مابين أطر الدعم والتي تكون قنوات إنسياب على الغشاء مع إرتفاعات في مدى ٠,٥ - ٢,٥ مم.

وهذا الترتيب مماثل جداً لمكبس ترشيح اللوح والإطار التقليدي فالغشاء ودعائمه توضع في ساندويتش معاً في أعداد أكبر (مثلاً ١٨٠ ألواح فاصلة، ٣٦٠ صفائح أغشية مما يجعلها تشغل ٢٧ م^{٢}

مـن مسـاحة الغشـاء النشـطة) لعمـل وعـاء واحـد module. والألـواح المحتويـة علـى الغشـاء تـرص على كلا الجانبين عادة أفقياً معاً فى مصانع الترشيح فائق الدقة والتغذية تضخ بين الألـولح (الصـورة ٤). والنافذ قد يجمع إما من كـل سندويتش أو معاً من كل الرصة. ومعظم وحدات الأطر تميل أن تعمل فى إنسياب صفائحى ومع ذلك فإن بعـض الأشـكال ذات القنـوات المتسـعة يمكـن أن تكـون تحـت إنسياب مضطرب.

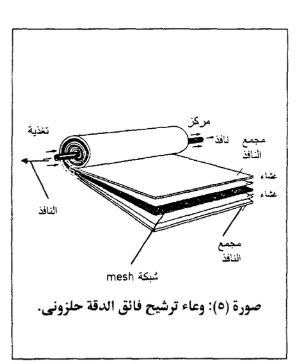
صورة (٤): وعاء لوح وإطار فائق الدقة.

أ- انسياب داخل للمنتج.

ب- إطار غشاء بيضى الشكل وإطار الدعم.

• الحلزون spiral wound

مثل اللـوح والإطـار فـإن وعـاء الحلـزون يسـتخدم أغشـية الصفـائح المنبسـطة الإقتصاديـة. وكـل صفيحتين غشـائيتين مـع فـاصل مـن نـوع الشبكة بينهما لتكـون قنـاة النـافذ التـى تلصـق مـن ثـلاث جوانب (فتظهر وكأنها ظرف) والجانب الرابع يلصق إلى أنبوبـة بخروم من خلالها يمـر النـافذ. ويوضـع فـاصل مـن نـوع الشبكة علـى قمـة الظـرف وكـل الترتيب يلف حول أنبوبـة النـافذ المركـزى المخـرم (صـورة ٥). ويضبطـه إرتفـاع قنـاة التغذيـة بسـماكة فاصل من نـوع الشبكة الموضـوع مـابين ظرفـين والفواصل من ٠,٧٥ - ١,٥٥ مم منتشـرة. والتغذيـة تحـت إنتشار صفائحى تضـخ بـالطول علـى طـول الوحدة بينما النافذ يدفع خلال صفـائح الغشاء إلى قنـاة النـافذ لتـأخذ طريقـها الحلزونـى فـى إتجـاه الأنبوب المركزى المخرم.



صورة (٥): وعاء ترشيح فائق الدقة حلزونى.

❖ ظروف التشغيل **operating conditions**

معالم التشغيل أثناء عمل الأغشية تُجْعَل فى وضعها الأمثل بغرض الحصول على أقصى دفق ممكن وهو معدل إنسياب حجمى للنافذ خلال الغشاء وهناك أربعة عوامل حيوية تؤثر على الدفق أثناء عملية الترشيح فائق الدقة.

• الضغط **pressure**

لأى غشاء فإن الدفق flux يتناسب طردياً مع ضغط التغذية وعكسياً مع اللزوجة ويمكن أن يعبر عنه:

د = ث (Δضن - Δ π)   (١) $J = A (\Delta P_t - \Delta\pi)$

د = الدفق (ل/م٢/ ساعة) $J = \text{flux} (l\ m^{-2}\ h^{-1})$

ث = ثابت الإنتشار   A = diffusifity constant

Δضن = ضغ – ضن (ض هو الضغط الايدروليكى)

$\Delta P_t = P_f - P_p$ (P = hydraulic pressure)

Δ π = الضغط التناضحى

$\Delta\pi$ = osmotic pressure

غ يشير إلى التغذية و ن إلى النافذ

وحيث أن الضغط الاسموزى للجزيئات الكبيرة فى الترشيح فائق الدقة يمكن إهماله فإن الدفق يتناسب طردياً مع الضغط عبر الغشاء أى

د = ث Δضن $J = A\ \Delta\ P_t$

وهذه العلاقة تعمل فقط تحت الظروف المثلى للأسف. فعند إستقطاب التركيز concentration polirization المتصل بطبقة الحدود و/أو يحدث إنسداد فإن الدفق يصبح مستقلاً عن الضغط. والغشاء نفسه يظهر بعض المقاومة للدفق.

• تركيز التغذية **feed concentration**

فى المنطقة التى يضبطها نقل الكتلة mass transfer-controlled region الدفق يمكن أن يعبر عنه بإستخدام نظرية الفلم

د = ثم لوه (رج ÷ رد) $J = K \log_e (C_g / C_b)$

ثم = معامل إنتقال الكتلة

K = mass transfer coefficient

رج = تركيز الجل عند سطح الغشاء

C_g = concentration of gel at membrane surface

رد = تركيز المذاب فى الحجم bulk

C_b = concentration of solutes in the bulk

وتبعاً لهذه النظرية فإن الدفق يجب أن ينخفض مع زيادة تركيز التغذية ، د = صفر عندما يكون تركيز المذابات عند الغشاء وفى الحجم bulk واحداً.

• درجة الحرارة **temperature**

درجة حرارة عالية تخفض لزوجة التغذية والنافذ وبذا تزيد من الإنتشارية فهى تساعد فى زيادة الدفق فى كل من المناطق المضبوطة بالضغط والمضبوطة بنقل الكتلة.

وعلى العموم فإنه من المستحسن التشغيل على أعلا درجة حرارة تتواءم مع التغذية والغشاء.

• سرعة التغذية **feed velocity**

الإضطراب الأعلا له تأثير نافع رئيسى على الدفق فى منطقة إنتقال الكتلة. وكلما كان معدل التغذية أعلا (معدل الإنسياب) عبر الغشاء كلما كان كنس sweeping المذاب المتجمع على سطح الغشاء أسرع وبذا يقلل من ثخانة طبقة التركيز عند الحد.

ويمكن أن يولد الإضطراب أثناء تشغيل الترشيح فائق الدقة بتقليب أو بضخ تيار التغذية.

عوامل تحديد الدفق flux limiting factors

أداء أغشية النظام عادة يحدد قياسه بسلوك الدفق. وأثناء تشغيل الترشيح فائق الدقة فالدفق يكون أقل من ذلك الخاص بالماء النقى. وإستقطاب التركيز والإنسداد ربما كانا أهم العوامل فى هذا الإنخفاض.

إستقطاب التركيز (ق ر)
concentration polarization (CP)

أثناء الترشيح فائق الدقة فالمحلول يصل إلى سطح الغشاء بالنقل الايدروليكى. ومن أجل أن الغشاء شبه منفذ فإن جزءا من المذيب - مع أو بدون المذاب - ينفذ خلال الغشاء. وهذا يؤدى إلى تركيز أعلا للمذاب عند سطح الغشاء بالنسبة للحجم bulk. وتراكم المذاب على سطح الغشاء والمعروف باسم إستقطاب التركيز concentration polarization يسبب إنحدارا تركيزيا عميقا فى طبقة الحدود ويؤدى إلى إنتشار معاكس للمذاب فى الحجم. وفى النهاية يتم الوصول إلى حالة ثابتة عندما يكون تحرك المذاب فى إتجاه الغشاء بواسطة نقل حملى ورجوعه إلى الحجم بواسطة نقل إنتشارى بحيث يوازن كل منهما الآخر. وزيادة الضغط المبذول يساعد فى هذه الحالة.

والمذابات المرفوضة بواسطة الغشاء عادة تترسب على سطح الغشاء فى شكل طبقة لزجة جيلاتينية نوعا ما. وهذه الطبقة الجل تعتبر مسئولة أساسا عن الدفق الأقل نظراً للمقاومة الايدروديناميكية. وعندما يصل تركيز المذاب فى طبقة الجل نقطة فوق التشبع فإن إنسداد الغشاء يبتدىء. وتكوين طبقة الجل (ق.ر CP) يمكن أن يقلل إلى أقل حد بتدبير السائل مثل: ١- خفض الضغط. ٢- خفض تركيز التغذية و/أو ٣- زيادة سرعة التغذية.

إنسداد الغشاء membrane fouling

إنسداد الغشاء هو عامل آخر رئيسى فى تشغيل الترشيح فائق الدقة. ويعكس ق.ر CP والذى يعتبر مستقلاً عن الوقت وعملية عكسية فالإنسداد ظاهرة غير عكسية. وأثناء الإنسداد ينخفض الدفق مع زمن التشغيل عادة بسرعة فى المراحل الأولى وبعد ذلك ببطء. والإنسداد عموماً يرجع إلى:

١- تجمع أو إمتزاز الجزيئات الكبيرة أو الجسيمات الغروية مثل البروتينات والدهون والكائنات الدقيقة و/أو الأملاح غير العضوية على سطح الغشاء.

٢- ترسب المذاب النافذ مثل السكريات والأملاح نظراً للإزدحام فى داخل ثغور الغشاء.

وإنسداد الأغشية لايقلل من الدفق فقط ولكنه يجعل عملية التنظيف أكثر صـ ـة وتكاليفاً. وخواص الرفض للغشاء تتغير أيضاً نظراً لتكون هذه الطبقة الثانوية ويمكن أن تخفف: ١- بإنتقاء الغشاء وتصميم المصنع، ٢- بالمعاملة المبدئية للتغذية، ٣- بتنظيف الغشاء. وفى الواقع فإن المعاملة المبدئية للتغذية تلعب دوراً هاماً فى إنقاص مشاكل الإنسداد وتختلف من تغذية إلى أخرى.

وبالإضافة إلى ق.ر CP والإنسداد فإن تغيير خواص الغشاء إما نتيجة للإنضغاط أو التدهور الكيماوى فهى أيضاً مسئولة عن نقص الدفق. وإنضغاط الأغشية عادة يحدث بسبب ظروف تشغيل خاطئة

(ضغط عالي ودرجة حرارة عالية) وإستخدام محاليل تنظيف قوية مسئول عن التدهور الكيماوي.

تنظيف والمحافظة على أغشية الترشيح فائق الدقة
cleaning & maintenance of ultrafiltration membranes

أهم إعتبار في التنظيف والمحافظة على أغشية الترشيح فائق الدقة هو ألا يسمح لمكونات التغذية بأن تجف على سطح الغشاء ويمكن أن يجرى الآتي:

١- بعد أن يصبح التشغيل كاملاً فإن تيار التغذية يكسح من كل المصنع بالماء وتستخدم أعلا درجة حرارة تصلح مع الغشاء ويوقف الكسح عندما يبتدىء الماء الرائق في الخروج من النظام.

٢- ثم يدار محلول منظف خلال المصنع وللأغشية عديدة السلفون ع.س PS يدار منظف قلوى ١٪ وحمضى ٠,٥٪ واحد بعد الآخر. وإضافة عوامل خلب مثل هكساميتافوسفات إلى المنظمات مفيد. وفي حالة أغشية خلات السيليولوز (خ.س CA) وإنسداد زائد من أغشية ع.س PS فإن إستخدام الإنزيمات البروتيولوتية ضروري.

٣- بعد كل دوران للمنظف فإن النظام كله يغسل بالماء الساخن.

٤- ولضمان تنظيف جيد فإن معدل الدفق مع الماء في ظروف قياسية يختبر وإذا كان دفق الماء أقل من الدفق الأصلي فإن الخطوة ٢ تكرر.

٥- الغشاء يتم تصحاحه sanitized ويخزن في ٠,٥٪ محلول فورمالدهيد ولايسمح له بأن يبقى جافاً.

❖ تطبيقات الترشيح فائق الدقة
applications of ultrafiltration

• معاملة اللبن processing of milk

- تأثير الترشيح فائق الدقة على التكوين الكيماوي: أغشية الترشيح فائق الدقة غير منفذة تماماً (١٠٠٪ رفض تقريباً) للدهون والبروتينات وكل المواد المرتبطة بها. وعلى ذلك فتركيزها في المحتفظ به يزيد بنسبة عامل التركيز. وحيث أن رفض الغشاء فائق الدقة للاكتوز هو صفر فكلها تمر إلى النافذ وهذا ينتج عنه إما تركيز مماثل أو أقل للاكتوز في المحتفظ به عن اللبن.

ومعظم الفيتامينات القابلة للذوبان في الماء تمر خلال الغشاء وتركيزاتها لاتزيد في المحتفظ به. وفيتامين ب١٢ وحمض الفوليك ترتبط بالبروتين وفيتامينات أ ، د، ئي، ك ترتبط بالدهن وتزداد تركيزاتها.

ورفض المعادن بواسطة أغشية الترشيح فائق الدقة يتوقف على طبيعة المعادن وحالة اللبن. والرفض يمكن أن يكون في مدى ٢٥٪ إلى أكثر من ٩٠٪. ويرتبط جزئياً الكالسيوم والمغنيسيوم والخارصين والحديد والنحاس والفوسفات مع تجمع الجزيئات الغروى للكيزين/المُذيلات وجزئياً توجد في المحلول. وفقط الشكل المرتبط لهذه المعادن يركز في المحتفظة به. بينما تلك التي في المحلول تمر خلال الغشاء والنتيجة النهائية هي أن تركيز المعادن في المحتفظ به يزيد ولكن ليس بمعدل عامل التركيز. والنتروجين غير البروتيني ن.غ.ب NPN وهو يكون من يوريا وأحماض أمينية وأمونيا لايتركز في المحتفظ به. والجدول (٣) يبين توزيع مكونات اللبن الرئيسية في الفاقد والمحتفظ به.

جدول (٣): توزيع مكونات اللبن الرئيسية بين المحتفظ به والنافذ أثناء الترشيح فائق الدقة.

المكون (٪)	المحتفظ به			النافذ		
	× ١	× ٣	× ٥	× ١	× ٣	× ٥
المواد الصلبة الكلية	١٢.٩	٢٨.٦	٤٣.٣	٥.٧	٦.١	٦.٧
الدهن	٣.٩	١٢.٦	٢١.٨	صفر	صفر	صفر
البروتين	٣.١	٩.٨	١٦.١	صفر	٠.٠٦	٠.٤٩
نتروجين غير بروتيني	٠.١٨	٠.١٨	٠.١٨	٠.١٨	٠.١٩	٠.١٩
لاكتوز	٤.٧	٤.١	٣.٢	٤.٨	٥.١	٥.٢
رماد	٠.٧٧	١.٣	١.٩	٠.٥٣	٠.٥٣	٠.٥٤

عامل التركيز (×) = الوزن أو الحجم الأصلي للبن ÷ وزن أو حجم المحتفظ به

والعوامل مثل تكوين الغشاء والبسترة و/أو تجنيس اللبن لاتؤثر على مكونات الرفض. ولكن المعاملة مثل التحميض أو تغيرات رقم جيد قد تغير من توزيع المعادن خاصة فوسفات الكالسيوم بين المحتفظ به والنافذ. والترشيح المزدوج diafiltration (أي إضافة ماء للمحتفظ به وإعادة ترشيحه ترشيحاً فائق الدقة) يمكن أن يقلل تركيز كلاً من اللاكتوز والمعادن في المحتفظ به.

- التغير في اللزوجة change in viscosity

اللزوجة في المحتفظ به تزيد أثناء الترشيح فائق الدقة بالنسبة لزيادة تركيز البروتين ويمكن ملاحظة سلوك غير نيوتوني جوهري وقد تزيد اللزوجة بمقدار عشرة أمثال بزيادة تركيز البروتين من ٣ إلى ١٨٪ على ٥٠°م وبمقدار ١٠٠ مرة على ١٥°م. وهذا هو سبب تفضيل درجات حرارة أعلا أثناء تشغيل الترشيح فائق الدقة. وزيادة اللزوجة أعلا في المحتفظ به في اللبن الكامل عنه في اللبن الفرز المكافيء. وكنتيجة للزوجة العالية فإن المحتفظ به لايمكن تبريده بسرعة وهذا قد يسبب نمواً سريعاً في الكائنات الدقيقة الملوثة. ومشكلة أخرى تتصل باللزوجة العالية هي أن فقاعات الهواء المحبوسة في المحتفظ به لايتم إطلاقها بسرعة مما ينتج عنه قوام اسفنجي للجبن الناتج بعد ذلك.

- التأثير على حبيبات الدهن

إعادة الإدارة للبن الكامل المضغوط أثناء الترشيح فائق الدقة يهدم غشاء حبيبة الدهن وهذا يؤدي إلى فصل الدهن في المحتفظ به أثناء التخزين. ومدى إنفصال الدهن يتوقف على جودة اللبن الخام وخواص المصنع. وتأثير مشابه للتجانس قد يؤثر عكسياً على جودة القوام في بعض أنواع الجبن.

- التأثير على بروتينات الشرش

إدماج الهواء في المحتفظ به قد يؤدي إلى مسخ بروتينات الشرش عند بيسطح هواء/ ماء. ولو أن التشغيل على درجة حرارة منخفضة لايؤثر على

بروتينات الشرش فإن تشغيل الترشيح فائق الدقة على درجات حرارة عالية (> ٥٥°م) حتى لمدة قصيرة مثل ساعتين قد يسبب تعقد الـ β-لأكتوجلوبيولين مع الكيزين. وهذا التعقد يزيد مع وقت البقاء ومستوى التركيز ودرجة الحرارة وكمية الهواء المحبوسة. والترشيح المزدوج diafiltration للمحتفظ به قد يساهم أيضاً إضافياً إلى مسخ بروتين الشرش.

- التأثير على نشاط البادىء

بروتينات اللبن والأملاح غير الذائبة للكالسيوم والفوسفات المسئولة عن نشاط التنظيم تركز بعملية الترشيح فائق الدقة. وزيادة مقدرة التنظيم تسبب مشاكل تقنية في تصنيع الجبن من محتفظ به عالى التركيز لأن كمية كبيرة نسبياً من حمض اللاكتيك يجب أن تنتج للحصول على رقم جيد المرغوب وبالتالى فإن إستخدام مزرعة بادىء نشطة جداً ضرورى لإنتاج المستوى المرغوب من حمض اللاكتيك، وعدم إنقاص جيد يزيد من خطر نمو كائنات حية دقيقة غير مرغوبة فى الجبن.

- التأثير على تخثر الرينيت
effect on rennet coagulatability

زمن المعاملة بالرينيت عموماً ينقص بزيادة تركيز الترشيح فائق الدقة فالسرعة الأكثر والتأثير الأكثر لتصادم وتجمع جزيئات الغروى/مُذَيلات micelles نظراً لزيادة محتوى البروتين أو زيادة تركيز الكالسيوم قد يؤدى إلى تفاعلات طور ثانوى أكثر ونقص فى زمن التخثر clotting time.

• عمل الجبن مع عملية الترشيح فائق الدقة
cheese making with ultra-filtration process

عدة أنواع من الجبن تنتج بإستخدام عملية الترشيح فائق الدقة فهو يساعد فى الحصول على محتفظ به له تكوين مطابق للجبن المراد تصنيعه. والترشيح فائق الدقة يعطى المزايا التالية:

١- زيادة إتاء الجبن هو المنفعة التى تجذب أكثر ففى عملية عمل الجبن التقليدية فإن بروتينات الشرش وبعض دقائق الكيزين وبعض جسيمات الدهن تفقد فى الشرش (نسبة فقد البروتين تبلغ ٢٠٪ من البروتين الكلى تقريباً). والترشيح فائق الدقة يساعد على الإحتفاظ بكل هذه المكونات فى الجبن. ولو أن الزيادة الحقيقية فى الإتاء تتوقف على مستوى التركيز المحقق أثناء الترشيح فائق الدقة ونوع الجبن المصنع فحوالى ٨٪ إتاء أعلا للجبن الجاف (جبن شدر مثلاً)، ٣٠٪ لأصناف الجبن نصف الطرى والطرى يمكن الحصول عليها تجارياً.

٢- إخضاع صناعة الجبن للميكنة والآلية ممكن.

٣- إحتياجات مزرعة البادىء والرينيت تقل.

٤- كمية الشرش الذى يجب التخلص منه إما تنقص كثيراً أو تمنع تماماً. وناتج الترشيح فائق الدقة - النافذ - له تطبيقات نافعاً كثيرة وعلى ذلك فمطلوب الأكسجين الكيمو حيوى ط.أ.ك BOP فى تيار هدر الجبن ينقص بدرجة كبيرة.

٥- الأجهزة المستخدمة فى عمل الجبن الموجودة حالياً يمكن أن تزاد كفاءتها بدون زيادة التنكات أو مساحة الأرضية.

٦- متطلبات الطاقة منخفضة بالنسبة لتركيز اللبن أو تسخين أو تبريد المحتفظ به.

تقسيم طرق الترشيح فائق الدقة لعمل الجبن

صناعة الجبن بعملية الترشيح فائق الدقة يمكن أن تقسم إلى ثلاث فئات على أساس التركيز المحقق:

- طريقة عامل التركيز المنخفض (ع ر خ)
low-concentration factor (LCF) method

يركز عادة اللبن حتى مرتين بالترشيح فائق الدقة ويتبع ذلك عمل الجبن بإستخدام الطرق والأجهزة التقليدية. والبديل تركيز اللبن حتى خمس مرات ثم يستخدم ليعزز اللبن الكامل أو الفرز المعد لصناعة الجبن إلى حد أن تركيز المواد الصلبة فى اللبن المعزز لايتجاوز مرتين التركيز الأصلى. وهذه الطريقة يمكن إستخدامها لمعظم أنواع الجبن بدون صعوبة. وجودة الجبن المنتجة من المحتفظ به (ع ر خ LCF) عادة متطابقة مع الجبن التقليدى وحيث أن تصفية الشرش تحدث كما فى الطريقة التقليدية فإن منفعة زيادة الإتاء لاتحقق. ولكن إستخدام أحسن لتنكات الجبن الموجودة وإنتاج جبن ذات محتوى بروتينى واحد خلال السنة هما ميزتان لعملية ع ر خ LCF.

- طريقة عامل التركيز المرتفع (ع ر ع)
high-concentration factor (HCF) method

فى طريقة عامل التركيز المرتفع (ع ر ع) يركز اللبن مابين ٣ - ٦ مرات. ولايمكن تركيز اللبن أكثر من ستة مرات بالأغشية الموجودة حالياً. ولما كان كثير من التغيرات فى التكوين وخواص أخرى للمحتفظ به تحدث أثناء التركيز العالى فإن طرق وأجهزة محورة مطلوبة لعمل الجبن وتستخدم هذه الطريقة فى تصنيع بعض الجبن الجاف ونصف الجاف حيث التصفية الجزئية للشرش ضرورية لتحقيق المواد الصلبة الكلية المرغوبة و/أو لإكساب المنتج القوام المرغوب. وأنجح تطبيق هو على جبن الشيدر.

- طريقة الجبن المبدئى precheese method

اللبن الفرز أو الكامل يركز إلى مواد صلبة كلية مكافئة للمرغوب فيه فى الجبن النهائى. وعادة لايكون هناك إنتاج للشرش مما يسمح بإستخدام ١٠٠٪ من بروتين الشرش والكيزين فى الناتج النهائى. وهذه الطريقة مبنية على تقنية جبن جديدة تماماً وعلى أجهزة جديدة. وعملية الترشيح فائق الدقة الحقيقية للجبن المبدئى هى أكثر نجاحاً فى تحضير الأصناف الطرية وشبه الجافة أى ذلك الجبن الذى يحتوى على أكثر من ٤٥٪ رطوبة مثل جبن الكريمة cream chreese والريكوتا والفيتا والموتزاريلا mozzarella والكامبيرت Camembert ...الخ.

خواص بعض الجبن المنتجة

جبن الكوارج Quarg cheese

إنْتُقِدَت جبن الكوارج الطازجة المنتجة بالترشيح فائق الدقة بالنسبة لمذاقها الحمضى والمر والذى عزى إلى محتوى عال من المعادن فى المحتفظ به. وقد تم التغلب على ذلك بمعاملة اللبن على درجة حرارة عالية (٨٥ - ٩٠°م لمدة ٥ ق)

وتحميضه إلى أقل من جـ يد ٤,٥ - ٤,٦ قبل الترشيح فائق الدقة. ومع التطور الناجح فى الترشيح فائق الدقة والمناسب لمناولة ألبان عالية الحموضة ومخثرة فإنه أمكن الآن إنتاج كوارج عالية الجودة على نطاق صناعى بدون إستخدام فواصل.

جبن فيتا feta cheese

إستخدام الترشيح فائق الدقة كان ناجحاً جداً فى إنتاج جبن الفيتا فالمحتوى الملحى العالى وإضافة الليباز أخفى عيوب النكهة مثل المرارة والتى يمكن أن تنتج من وجود زيادة معادن فى جبن الفيتا المنتج بالترشيح فائق الدقة وهى محبوبة فى الشرق الأوسط للونها الأكثر بياضاً عن الجبن التقليدى وتصفية الريبوفلافين فى النافذ مسئول عن اللون المحسن ووجود محتوى بروتينى أعلا فى الشرش يجعل جبن الفيتا المصنع بالترشيح فائق الدقة أنعم فى القوام عن الجبن العادى.

جبن الموتزاريلا mozzarella cheese

بالرغم من أن موتزاريلا ذات جودة جيدة يمكن أن تصنع من المحتفظ به بطريقة عامل التركيز المنخفض فإن تصنيعه من لبن جبن مبدئى precheese ليس ناجحاً جداً بسبب الإنصهار الفقير وخواص المط stretching properties. وتعزى هذه المشكلة إلى فعل مشابه للتجنيس للترشيح فائق الدقة. وفوق ذلك فإن تقطيع shredding الموتزاريلا للترشيح فائق الدقة يكون صعباً. وبعد التقطيع تصبح طرية وتطلق السيرم أثناء التخزين ويرجع ذلك إلى تغيرات فى نسبة الكالسيوم إلى البروتين ووجود كميات أكبر من بروتينات الشرش. والترشيح فائق الدقة للبن الفرز والترشيح المزدوج diafiltration للمحتفظ به متبوعاً بالخلط فى الكريمة يحسن من جودة الجبن إلى حد كبير.

جبن الشيدر cheddar cheese

جبن الشيدر الناتجة من الترشيح فائق الدقة تحضر إما من لبن مركز مرتين أو خمس مرات وفى كلتا الحالتين فإن طرد بعض الشرش ضرورى. وعموماً فجودة شيدر الترشيح فائق الدقة المصنع من لبن مركز مرتين جيدة. والقوام الأقل جودة قليلاً للجبن ترشيح فائق الدقة بالنسبة للمقارن يمكن أن تحسن بتجنيس المحتفظ به الناتج من الترشيح فائق الدقة بينما إستخدام لبن عالى التركيز (أربع أو خمس مرات) ينتج جبناً لها عدة عيوب مثل عديم النكهة "flat" وقوام صلب ورملى وقصِف كما أن هناك خطر أعلا من نمو كائنات دقيقة حية غير مرغوبة بسبب الإنخفاض البطىء فى جـ يد.

وقد وجد أن تحميض اللبن خفيفاً قبل الترشيح فائق الدقة والترشيح المزدوج diafiltration للمحتفظ به والتجنيس يمكن أن تتغلب على معظم المشاكل المتصلة بجودة جبن الشيدر ومعاملة اللبن بدرجة حرارة عالية قبل أو بعد الترشيح فائق الدقة قد يكون لها تأثير تآزرى.

• إستخدامات أخرى للمحتفظ به

يمكن إستخدام المحتفظ به فى تصنيع بعض منتجات الألبان المتخمرة كالزبادى والشريكهاند

shrikhand والإيمـــر ymer ويمكـــن تجفيفـــه للإستخدام فى وقت القلة لإنتاج الجبن وله محتوى بروتينى عال ومحتوى لاكتوز منخفض.

• **معاملة الشرش**

الشرش ناتج ثانوى للجبن والكيزين ومن الـ ٦،٥٪ مواد صلبة موجودة فى الشـرش فنسـب البروتين واللاكتـوز والمعـادن هـــى ١٢، ٧٥، ٩٪ بالتتـــابع. ويوجد كميات صغيرة من الدهن وبعض الأحماض العضوية. وهو ملوث قـوى وله مطلـوب أكسـجين كيموحيـوى (ط أ ك BOD) قـد يصـل إلى ٥٠٠٠٠ جزء فى المليون. وإستخدام الترشيح فائق الدقة لتجزئة وتركيز بروتينات الشرش ويتبع ذلك التبخير والتجفيف بـالرذاذ هـو طريقة لإنتـاج مركـزات بروتينات الشـرش (ر ب ش WPCs) وهـذه تحضر بالترشـيح فـائق الدقـة. وتحتـوى علـــى ٣٥ - ٨٠٪ بروتين. والطاقة اللازمة لإزالة الماء قليلة. كما أن إستخدام درجات حرارة منخفضة (حـوالى ٥٠°م) يحافظ على الخـواص الوظيفيـة والطبيعية للبروتين وينقص التلـوث للشرش ومع التناضج العكسى فإن قيمة ط أ ك BOD تنقص بمقدار ٩٨٪.

ونقص الدفق نتيجة لإنسداد الأغشية هـو العـامل المحدد ويمكن إتباع الآتى لعلاج مشكلة الانسداد:

١ - يروق ويصفى الشرش قبـل العملية لإزالة دقـائق الكيزين ومكونات الدهن.

٢ - عادة فإن الدفق يكـون أقل مـايمكن عند نقطة تكاهر البروتين ويصبح أعلا كلما بعد رقم الـ جيد عن هذه النقطة. ومعاملة مرتبطة من التسخين على ٨٠ - ٨٥°م لمدة ١٥ ثانية ويتبعها ضبط رقـم جيد إلى حوالى ٣ أو ٧ مفيد جداً للشرش الحمضى (شـرش الكيزين) وضبط جيد ليس ضرورياً للشـرش الحلـو (شرش جبن الشيدر).

٣ - تعقيد البروتينات (تجمع جزيئات غروية للكيزين/ مُذيلات مع β-لاكتوجلوبيولين) بواسطة المعاملة الحراريــة أو إذابــة البروتينــات إمــا بالمعاملــة بالإنزيمات أو بإستخدام كربوكسى ميثيل سيليولوز تزيد من الدفق كما يدعى البعض.

٤ - الأملاح، خاصة فوسفات الكالسيوم، تزيـد مـن مشكلة الإنسـداد. وإضافة عـامل خلـب مثل إيثيلين ثنائى الأمين ربـاعى الخليك (أ.ثنا.أ.ر.خ EDTA) أو هكساميتا فوسفات إلى الشرش الحمضى له تأثير نـافع علـى الدفـق. وكذلـك الإسـتبدال الجزئـى للكالسيوم أو إزالته بإزالة المعادن.

• **ترويق عصائر الفاكهة والمشروبات**

عصائر الفاكهة

تقليديـاً العصـير يبسـترثم يحمـلاً إنزيميـاً لحلمـأة البكتين ثم يضاف إليه عامـل ترويق fining agent ويترك المعلق لمـدة ٢٠ - ٣٠ سـاعة وبعـد الصفـق decanting يمـرر العصـير خـلال مسـاعد ترشـيح. وتطبيـق الترشـيح فـائق الدقـة إلى ترويـق العصـير يساعد فـى إسـتبدال خطـوات الإحتفـاظ والصفـق والترشيح فيحتفظ بكل المكونات غير المرغوبة مثل البكتين وجزيئـات الكربوايدرات الكبـيرة ومعقدات التـانين-بروتين والمسئولة عن العكـارة والترسـيب يحتفظ بـها فـى غشاء الترشيح فـائق الدقـة. كمـا أن أكسيداز عديد الفينول لايسمح له بالنفاذ مع العصير المروق. وأكبر إستخدام له فى عصير التفاح كالآتى:

فاكهة ← مكبس الفاكهة ← عصير رائق ← بسترة ← إزالة البكتين ← ترشيح فائق الدقة (متبقى محتفظ به) ←عصير مروق (نافذ) ← التعبئة

ولما كان حجم الكائنات الدقيقة أكبر من حجم ثغور الأغشية فيحتفظ بها في المتبقي والعصير المروق أساسياً معقم ومعاملة العصير مطهراً aseptically يمكن أن يمنع أى معاملة حرارية قبل التخزين والتعبئة. ومن الممكن أن يقلل الفقد فى السكريات والمذابات منخفضة الوزن الجزيئى بواسطة الترشيح المزدوج diafiltration للمحتفظ به وخلط النافذ بعد التركيز مع العصير المروق. والعصائر الأخرى التي يمكن إجراء الترشيح فائق الدقة عليها هي البرتقال والعنب والكمثرى وقمام المناقع.

بعض مزايا الترشيح فائق الدقة على طرق عصائر الفاكهة التقليدية:

١- إستعادة أكبر للعصير ٩٥ - ٩٨٪ مقابل ٩٠ - ٩٣٪ للطرق التقليدية.

٢- من الممكن تطوير عمليات مستمرة وآلية وذلك يخفض التكاليف.

٣- خفض فى تكاليف المواد والإستثمار.

٤- تنتج عملية الترشيح فائق الدقة عصيراً ذا قيمة عالية فى الخواص العضوية الحسية والروقان.

٥- خفض أكثر من ٥٠٪ فى الإحتياجات الإنزيمية بالنسبة للطريقة التقليدية بسبب إزالة البكتين الجزئية.

٦- أقل مايمكن من المشاكل فى التخلص من الهدر.

وأهم عيب رئيسى فى الترشيح فائق الدقة أنه لايستخدم إلا عصيراً رائقاً. أما المشاكل الأخرى كإنخفاض الدفق نظراً للإنسداد فيمكن علاجها بإختيار مواد الغشاء المناسبة والشكل المناسب والمعاملة المبدئية للتغذية. وكذلك يمكن معاملة عصائر الخضروات كالطماطم والجزر والكرفس والخيار بالترشيح فائق الدقة مع المزايا التى ذكرت فى الفاكهة.

النبيذ والبيرة

إستخدام الترشيح فائق الدقة يحسن الخواص العضوية والثبات فى النبيذ والبيرة. ففى النبيذ يمكن الحصول على ناتج جيد بمعاملة العصير قبل التخمر must أو النبيذ النهائى بالترشيح فائق الدقة لازالة الكائنات الدقيقة غير المرغوبة وتثبيت البروتينات وإنقاص المركبات الملونة ذات الطعم القابض (عديد الفينولات مثل التانينات) ومواد أخرى. والخل قد يعكر بواسطة مستويات منخفضة من عديد السكر والبروتين التى يمكن إزالتها بالترشيح فائق الدقة مما ينتج عنه خل رائق مع إتاء أكثر من ٩٧٪.

• تطبيقات التقنية الحيوية

biotechnology application

يمكن إستخدام الألياف المجوفة لإعطاء ١٠٠٪ رفض لخلايا *Lactobacillus bulgaricus* فى تخمر الشرش. والإنسداد أقل من الترشيح الدقيق. كما يمكن تنقية الإنزيمات النباتية والحيوانية. كما يمكن أن تعمل أغشية الترشيح فائق الدقة المحتوية على إنزيمات مثبتة أو خلايا كائنات دقيقة

كاملة كمفاعلات حيوية مستمرة وهى حسنت أداء وإنتاج التخمر. كما أنه يمكن إستخدام الترشيح فائق الدقة فى إنتاج ماء ذا جودة عالية يصلح للإستخدامات الصيدلية والتقنية الحيوية. فتزال البيروجينات والبكتريا والجسيمات الصغيرة بتكاليف منخفضة.

• **تطبيقات أخرى**

من تطبيقات الترشيح فائق الدقة الأخرى فى الصناعات الغذائية: إنتاج المركزات والمعزولات من الصويا وعباد الشمس وبذرة القطن ...الخ. وإزالة الجلوكوز من بياض البيض وتركيزه جزئياً قبل تجفيفه وتكرير محاليل السكر وتجزئة وتركيز الجيلاتين وغير ذلك.

(Macrae)

رشد

رشاد/حُرْف/ثفاء	**garden cress**

الإسم العلمى *Lepidium sativum*

الفصيلة/العائلة: صليبية

Cruciferae (mustard)

(Everett)

بعض أوصاف

حولية أزهارها بيضاء والبتلات تكون صليبياً. وقرن البذور بيضية إلى بيضية مقلوبة وهى غير ذات شعر وسيقانها رفيعة تبلغ ١,٥ قدم والأوراق ريشية مقطعة إلى فصوص مسننة. (Everett)

الإستخدام

تستخدم وهى طازجة وطرية فقط والأوراق الحديثة الفضة أفضل مذاقاً ويحضر منها سلطة لذيذة كما تدخل فى سلطات الخس والطماطم ومع أعشاب أخرى فى بعض الصلصات وفى الحساء وسندويتش البيض ومفرومة مع الزبد واللحم البارد والبيض المخفوق وفى تزيين الأطباق الباردة.

ومذاقها لاذع خفيف يذكر بمذاق فجل الخيل وثمارها تعرف بإسم حب الرشاد.

(الشنهابى وأمين رويحة)

رَشّ

رشاش	**sprayer**

أنظر: تجفيف

رشم

روشم	**label**

أنظر: روسم

رصاص	**lead**

يوجد الرصاص فى كل مكان وهو من أول المعادن التى استخدمها الإنسان. ونصف ماينتجه العالم تقريباً يستهلك فى عمل البطاريات والباقى فى الصبغات والكيماويات والمعادن. وبالنسبة لصناعة الأغذية إستخدامه فى عمل مواسير المياه وكتبطين للحاويات وكلحام فى لحم العلب. ومعظم مركبات الرصاص غير العضوية فيما عدا خلات الرصاص وكلوريد الرصاص تذوب فى الماء.

الإمتصاص والتوزيع

الدراسات على الإنسان تبين أن فى الشخص البالغ حوالى ١٠٪ من الرصاص الذى يؤكل يمتص فى القناة المعدية المعوية والجزء الممتص أكبر عندما يكون المرء صائماً عما لو أمتص مع الغذاء. وفى الأطفال يمكن أن يبلغ الجزء الممتص ٤٠ - ٥٠٪. ويزيد الإمتصاص عندما يكون الغذاء ناقصاً فى البروتين والكالسيوم أو الحديد كما أنه يمكن أن يمتص فى الجهاز التنفسى من إمتصاص جسيمات الرصاص.

ينتقل الرصاص مع خلايا الدم الحمراء ليوزع فى الأنسجة الطرية والأعضاء ثم يوزع ببطء فى ٢ جَمِيعة pools واحدة منهما سريعة التبادل مع الدم والأنسجة الطرية soft والأخرى أقل سرعة فى العظام. كما ينتقل من الأم إلى الأبناء، ومستواه فى الأبناء أقل من الأمهات بحوالى ٥ - ١٠٪. ويخرج ٧٥٪ من الرصاص من الكلى والفقد من القناة المعدية المعوية والباقى خلال الشعر والجلد والعرق.

ونصف عمر الرصاص فى الجسم ١٠ - ٣٠ سنة. وهو فى الدم والأنسجة الناعمة حوالى ٢٠ يوماً وفى العظام ١٠ - ٣٠ سنة ومتوسط الرصاص فى البلاد الصناعية مابين ٥ ، ١٥ ميكروجرام فى الديسيلتر.

التأثيرات السمية

تبتدىء الأنيميا فى الظهور فى الأشخاص البالغين عندما يصل مستوى الرصاص فى الدم أعلا من ٦ ميكروجرام/ ديسيلتر (٢ ميكروجزئ/لتر). والأطفال عند ٣٠ ميكروجرام/ديسيلتر وعند مستويات منخفضة ١٠ ميكروجرام/ديسيلتر فإن تغيرات كيماوية حيوية عكسية فى طريق تخليق الهيموجلوبين تحدث بدون تأثير معاكس واضح. وهذا التغير المبكر يتكون من تثبيط يزيد من ديهيدراز دلتا امينو ليفولينيك δ-amino laevulinic acid. وتحدث آلام فى البطن أو مغص رصاص lead colic عند مستويات أعلا ٨٠ - ١٠٠ ميكروجرام فى الديسيلتر فى البالغين.

وتسمم الجهاز العصبى الحاد يمكن أن ينتج عند مستويات أعلا من ١٠٠ ميكروجرام/ديسيلتر فى البالغين وفى الأطفال ٨٠ - ٩٠ ميكروجرام/ ديسيلتر، وهذا اعتلال دماغى حاد يتميز بغيبوبة وتشنجات ثم موت أو فقد غير عكسى فى الوظائف. ويمكن للرصاص أن يحدث تغيراً فى الأطراف العصبية مما ينتج عنه ضعف فى بعض الأشخاص وهذه التغيرات يمكن أن تكون عكسية لو لوحظت مبكراً وعولجت.

وفى بعض الأشخاص يحدث تأثير على الكلى مما يفقدها وظيفتها وقد يكون ذلك غير عكسى. وفى الأطفال قد يكون ذلك مصحوباً بإنخفاض تركيز ٢٥،١-ثنائى أيدروكسى فيتامين د
1,25-dihydroxy vitamin D

وليس هناك دليل أنه مسرطن فى الإنسان ولكنَ فى القوارض فإنه مسرطن. وزيادته فى الدم تؤدى إلى زيادة فى ضغط الدم. وتعالج الحالات البسيطة بإزالة الرصاص من مصدره. والأكثر سمية بالمعاملة بعامل خلب مثل إيثيلين ثنائى أمين رباعى خلات الكالسيوم calcium ethylenediamine tetraacetic acid أو بـ د-بنيسيلامين D-penicillamine لزيادة إفراز الرصاص.

الرصاص في سلسلة الغذاء

الرصاص موجود في سلسلة الغذاء والنبات المعرض لتأثيرات تلوث الهواء أكثر تركيزاً ثم تأتي الجذور والنباتات الدرنية. وأقل التركيزات توجد في الأجزاء فوق الأرض إذا حميت من التلوث الهوائي. وفي الحيوان فإن العضلات بها أقل تركيز في الرصاص ويزداد التركيز في الأجزاء المعوية كالكبد والكلى (الجدول ١).

جدول (١): محتوى الرصاص في الأغذية (ميكروجرام / جم غذاء طازج).

الغذاء	غير معلب	معلب	الغذاء	غير معلب	معلب
منتجات الألبان والبيض			الحبوب والنقل ومنتجات السكر		
لبن	٠,٢	٠,١ — ٠,١٣	دقيق (أبيض)	٠,٠٥	
زبد	٠,٠٧		خبز (أبيض)	٠,٠٨	
جيلاتي	٠,٠١		حبوب الافطار	٠,١١	
جبن	٠,٠٥		زبدة السوداني	٠,٠٦	
بيض	٠,١٧		سكر (مكرر)	٠,٠٣	
اللحوم والدواجن			الخضروات		
بقرى، خنزير،			بطاطس	٠,٠٥	٠,١٢
حمل وعجل	٠,٠٦	٠,٢٤	كرنب	٠,٠١ — ٠,٠٤	٠,٠٨
هامبورجر	٠,٢٥		خس	٠,١٢ — ٠,١٥	٠,٣٩
كبد البقر	٠,٠٩		فاصوليا	٠,٠١ — ٠,٠٤	٠,١٦ — ٠,٣٢
دواجن	٠,١٢	٠,٢٤	بسلة	٠,٠٣	٠,٢٧
السمك والأصداف السمكية			جزر	٠,١٤	٠,١٣
سالمون	٠,٣٩	٠,٧٢	بصل	٠,١٨	٠,٣٢
اسقمرى	٠,٤٠	٠,٩٩	طماطم	٠,٠٥ — ٠,٠٨	٠,٣٠ — ٠,٣٧
تونا		٠,٤٥	خيار	٠,٠٢	
القد	٠,٠٦		فواكه		
ترسة	٠,١٠		موالح		
المحار	٠,١٧		(برتقال وليمون)	٠,٠١	٠,٣٩
بطلينوس	٠,٢١		تفاح	٠,٠٢	٠,٢٣
			كريز	٠,٠٢	٠,٣٩
			كمثرى	٠,٠٢	٠,١٨ — ٠,١٩

(Macrae)

ومعاملة الغذاء وتحضيره لها تأثير كبير ففى الأغذية المعلبة التركيز أعلا. وكذلك الماء المحتوى على الرصاص يمكن أن يكون مصدراً جوهرياً للتلوث. وكذلك الأطباق الفخار المقززة تحتوى على رصاص.

وتقدير متوسط المأخوذ اليومى فى الغرب تبلغ ١٠٠ – ٢٠٠ ميكروجرام/يوم وأقصاها ٤٠٠ ميكروجرام/ يوم. وذكرت هيئة الصحة العالمية أن المأخوذ اليومى هو ٤٢٩ ميكروجرام/ يوم. ويبلغ المأخوذ من الأغذية حوالى ٧٠٪ من المأخوذ اليومى من جميع المصادر.

وينصح بمنع إتصال الغذاء بأى سبيكة تحتوى رصاصاً أثناء معاملة وتحضير الغذاء ومنع اللحام المحتوى على الرصاص وكذلك الفخار المقزز بطريقة غير صحية.

(Macrae)

والأسماء: بالفرنسية plomb، وبالألمانية Blei، وبالإيطالية pcombo، وبالأسبانية plomo.

(Stobart)

رضع

الرضاعة lactation

الرضاعة إفراز اللبن بواسطة الأم لتغذى طفلها وهى عملية تميز الثدييات. والرضاعة الناجحة لها غرضان هامان: أولهما إرضاع الطفل المعرض لتأثير الحرمان الغذائى وثانيهما أنها لها علاقة بخفض تكوين البويضات مما ينتج عنه تباعد فترات الإنجاب وهذا مهم لضبط التوالد.

فسيولوجى إنتاج اللبن

تكوين الثدى وتطوره: الثدى المرضع يتكون من ١٥ – ١٨ فصيصات lobules محاطة بدهن ونسيج ضام. واللبن يتم إفرازه من نسيج طلائى يشبه المكعب إلى دُرَدار alveoli والتى تصفى فى القنيات ductules وهى بدورها تؤدى إلى قنوات ducts والتى تنضم لبعضها لتكون أنبولة واحدة ampulla تفتح عند الحلمة nipple. ويحيط بالدُرَدار alveoli والقنيات فيما يشبه السبت خلايا ظهاره متقلصة myoepithelial والتى تنقبض لتعطى اللبن من الثدى.

وقبل الإفراز الغزير للبن فإن الثدى ينتج سائلاً أصفر اللون يسمى الكولوستروم colostrum وهو غنى فى جلوبيولينات المناعة خاصة ى$_{ا}$أ I_gA وهو يحمل المناعة السلبية passive immunity للطفل بجانب إعطائه التغذية الكاملة.

ضبط الإرضاع

إنتاج اللبن يبتدىء بعد حوالى ٤٨ ساعة بعد نزول تركيز البروجستيرون ومعدل تخليق اللبن يضبط بواسطة الهرمون برولاكتين prolactin والذى تفرزه الغدة النخامية الأمامية anterior pituitary gland ويشجع إنتاج اللبن بواسطة خلايا الدُرْدِرى alveolar فى الثدى ويخرج اللبن فى ثغرات الدُرْدرى alveolar والبرولاكتين يخرج من خلايا التغذية اللبنية lactotroph فى الغدة النخامية الأمامية بفعل إنعكاسى مباشر إستجابة للإرضاع والنتيجة أن مستوى البرولاكتين الدائر يعكس تكرار وشدة منشط الإرضاع.

والبرولاكتين ينشط إنتاج اللبن بالإرتباط مع مستقبلات متخصصة في خلايا غشاء الدُرْدِري alveolar الثديي وهذا ينتج عنه تشجيع كل من نسخ transcription وترجمة رسول حمض الريبونيوكلييك (ر.ح.ر.ن) لبروتينات الغدة الثديية خاصة α-لاكتالبيومين α-lactlbumin والكازين. ويتفاعل α-لاكتالبيومين مع ترانسفيراز الجالاكتوزيل ليكون عاملاً مهماً للإنزيم سينثتاز لاكتوز lactose synthetase وبذا يشجع تكوين اللاكتوز وهذا ينظم حجم اللبن.

وإفراز اللبن من القنوات ينتج من إنقباض خلايا ظهارة متقلصة myoepithelial المحيطة بالقنوات والدردري alveoli وهذا ينتج عن إطلاق الأكسي توسين oxytocin من تحت سرير المخ hypothalamus خلال الغدة النخامية الخارجية posterior pituitary gland والأكسي توسين ينشط إفراز اللبن (والإرضاع suckling هو إفراز اللبن بواسطة الأم إستجابة لتنشيط المص sucking بواسطة الطفل).

تركيب لبن الإنسان

لاكتوز: تركيز اللاكتوز في لبن الإنسان عال وثابت ولايتأثر بالحالة الغذائية للأم.

الدهون: بعكس ثبات تركيز اللاكتوز فإن الدهون تظهر إختلافات كثيرة في التركيز ويتوقف ذلك على عوامل مثل الحالة الغذائية للأم وطور التغذية. والدهن في اللبن يتجمع في الشبكة الجبلة الداخلية endoplasmic reticuluria في خلايا الدردري alveolar من الأحماض الدهنية والتي تنتج من تخليق أحماض دهنية من جديد de novo من سوالف تخليق دهني مثل الجلوكوز أو بالأخذ من جليسريدات ثلاثية بواسطة إنزيم ليباز الليبوبروتين.

وعادة ناتج تخليق الدهون lipogenesis في الأنسجة الأخرى هو حمض البالمتيك ولكن نتيجة تفاعل بين سينثتاز الأحماض الدهنية وأيدرولاز أسايل ثيواستر متوسط السلسلة medium-chain acylthioester hydrolase فإن الغدة الثديية التي ترضع تنتج كميات جوهرية من أحماض دهنية متوسطة السلسلة. وهذه خاصية وحيدة في العالم الحيواني تخص خلايا الدردري alveolar للغدة الثديية.

البروتين: البروتينات في لبن الأم هي الكازين و α-لاكتالبيومين واللاكتوفيرين واللبن في الإنسان لايحتوي على لاكتوجلوبيولين وبه قليل من الكيزين ويبلغ تركيز البروتين ٠,٩ جم/١٠٠ مل وتركيز البروتين الكلي لايتوقف على الغذاء ولا على الحالة الغذائية للأم ولكن تركيز اللاكتوفيرين والـ α-لاكتالبيوين قد تزيد إستجابة للحرمان الغذائي.

تركيب اللبن غير المكتمل composition of preterm milk: كما يتضح من الجدول (١) حيث يتكون اللبن بعد الوضع المبكر فإن اللبن الناتج يحتوي تركيزاً عالياً لكل من النتروجين البروتيني وغير البروتيني. ولكن الطفل غير المكتمل معدل نموه ثلاثة أمثال معدل نمو الطفل المكتمل وعلى ذلك فإن إحتياجاته لكل من

جدول (١): تكوين اللبن (الناضج) والكولوستروم واللبن غير المكتمل.

المكون / ١٠٠ مل	اللبن (الناضج)	كولوستروم	لبن غيرمكتمل
طاقة (ك ج)	٢٩٤	٢٤٤	٢٨٦
لاكتوز (جم)	٧,٣	٥,٣	
البروتين الكلى (جم)	٠,٩	٢,٣	١,٥١
كازين	٠,١٩	٠,١٤	
α-لاكتالبيومين	٠.١٦	٠.٢٢	
لاكتوفيرين	٠,١٧	٠,٣٣	
ىرأ	٠,١٤٢	٠,٣٦٤	
الدهن الكلى	٤,٢	٢,٩	٣,٩٦
فيتامينات (ميكروجرام)			
فيتامين أ	٤٧	٨٩	
β-كاروتين	٢٣	١١٢	
فيتامين د	٠,٠٤		
فيتامين ئى	٣١٥	١٢٨٠	
فيتامين ك	٠,٢١	٠,٢٣	
ثيامين	١٦	١٥	
ريبوفلافين	٣٥	٢٥	
حمض نيكوتينيك	٢٠٠	٧٥	
حمض فوليك	٥,٢		
فيتامين ب$_{٦}$	٢٨	١٢	
بيوتين	٠,٦	٠,١	
حمض بانتوثينيك	٢٢٥	١٨٣	
فيتامين ب$_{١٢}$	٠,٠٢٦	٠,٢	
حمض اسكوربيك	٤٠٠	٤٤٠	
معادن (مجم)			
كالسيوم	٢٨	٢٣	٢١,٨
مغنسيوم	٣,٠	٣,٤	٤,٠
صوديوم	١٥	٤٨	١٤,٩
بوتاسيوم	٥٨	٧٤	
معادن آثار (ميكروجرام)			
نحاس	٣٥	٤٦	
يود	٧	١٢	
حديد	٤٠	٤٥	
خارصين	١٦٦	٥٤٠	

البروتين والمعادن لتطور الهيكل أعلا ولايمكن أن يوفيها لبن الأم وحدها وبالتالى فيجب تكملة لبن الثدى ببروتين عادة الكيزين بجانب الفوسفات والكالسيوم.

وعلى العموم فإن تركيب لبن الثدى يقاوم التغيرات البسيطة فى الحالة الغذائية للأم وإذا كانت الأم لاتتناول غذاءاً كافياً للمحافظة على الرضاعة فإن هذا ينعكس على حجم اللبن الناتج.

الإحتياجات الغذائية للأم

يظهر هذا فى الجدول (٢) للبروتين والفيتامينات والمعادن المطلوبة وهذا بفرض أن الغذاء متوازن ويعطى طاقة كافية.

جدول (٢): المأخوذ اليومى الموصى به للأمهات المرضعات

المكون	المأخوذ اليومى الموصى به
طاقة (ك ج)	١١٥٥٠
بروتين (جم)	٦٤
فيتامين أ (وحدة دولية)	١٢٠٠٠
فيتامين ئى (مجم)	٩-١٦
فيتامين د (ميكروجرام)	١٠
ثيامين (مجم)	١
ريبوفلافين (مجم)	١,٧
حمض نيكوتينيك*	١٨
حمض فوليك (ميكروجرام)	٥٠٠
فيتامين ب$_{٦}$ (مجم)	٢,٥
فيتامين ب$_{١٢}$ (ميكروجرام)	٤
حمض اسكوربيك (مجم)	١٠٠
مغنسيوم (مجم)	٣٥
كالسيوم (مجم)	١٢٠٠
حديد (مجم)	١٤-٢٨
يود (ميكروجرام)	١٥٠

* مكافئ حمض النيكوتينيك (Macrae)

لبن الإنسان الناضج

يحتوى على ٩٧جم ماء/١٠٠جم ويعطى ٢٨١ – ٣٦١ ك ج (٦٧ – ٧٥ سعراً) لكل ١٠٠ جم. والتورين والسيستنين يوجدان بتركيزات متزايدة ويعتقد أنهما ضروريان للأطفال. والتورين يلعب دوراً هاماً فى عمل الأحماض الصفراء اللازمة للأطفال كما أنه مهم فى عمل الرتينا والقلب وتطور المخ ووظائفه. والبروتين يبلغ ٠,٨٥ جم/ ١٠٠جم.

واللاكتوز له وظيفة معينة فى تجويفات الأمعاء فيكون الحموضة وله علاقة بطبيعة فلورا البكتريا ويسهل إمتصاص الكالسيوم وهو يمثل ٣٩٪ من الطاقة الكلية.

وتكوين الأحماض الدهنية يعكس غذاء الأم وهو يعطى طاقة ومصدر للأحماض الدهنية الضرورية لينولييك ولينولينيك ويعمل على حمل الفيتامينات القابلة للذوبان فى الدهن أ، د، ئى، ك والبروستاجلاندينات prostoglandins ويحتوى ١٦مجم كوليسترول/١٠٠جم. وإنزيم الليباز الموجود فى لبن الثدى يساعد على إمتصاص الدهن. وتزداد نسبة الدهن فى اللبن فى أثناء الرضاعة ٣-٤ مرات. وتزداد مستويات الدهن أثناء اليوم وتكون أعلاها عند الظهر وأقلها عند منتصف الليل.

وتبقى محتويات اللبن من الفيتامينات كافية طالما الأم غذاؤها جيد. ويحتوى لبن الثدى على مستويات منخفضة من فيتامين ك ولكن الإدماء فى المولودين الجدد يكون عادة ناتجاً من مخزون ك منخفض أكثر منه من مستويات منخفضة لـ ك فى اللبن . ولبن الإنسان يعطى كميات كافية من المعادن والمعادن الآثار.

قيمة اللبن البقر وتركيب الطفل

لبن البقر غير المعدل لايصلح للطفل بسبب علو المادة المذابة والتباين غير الكافى وكذلك المعادن ثم إمتصاصه الفقير. وهناك تركيبة للطفل ولكنها لاتحتوى مضادات العدوى والعوامل الخلطية humoral والخلوية الموجودة فى لبن الثدى.

مميزات التغذية بالثدى

مميزات التغذية بالثدى عديدة وتشمل عوامل فسيولوجية وإقتصادية وعاطفية. فهو به عوامل مناعة – مركزة فى الكولوستروم – ولكن توجد فى اللبن الناضج فيوجد تركيز عال من ى؛أ IgA فهو نشط فى تجويفات الأمعاء حيث يحد من تكاثر الممرضات البكتيرية والفيروسية ويسد الطريق عل إحتمالات مرور الحساسيات خلال الغشاء المخاطى المعدمعوى. وجلوبيولينات "مناعة ج G، ئى E موجودان وإنتقال الخلايا اللنفية lymphocyts (والتى تفرز مضادات حيوية) واللاقمات الكبيرة macrophages (والتى تهضم الجسيمات الغريبة) من الأم للطفل فى اللبن يساعد على تكوين دفاع الطفل المناعى.

كذلك يوجد مضادات العدوى فالبروتين الرابط للحديد؛اللاكتوفيرين يضبط النمو للبكتريا الممرضة مثل الكولى *coli* والخميرة مثل *Candida* ويجعل الحديد غير متاح لها. وعامل البيفيدس bifidus

وهو كربوايدرات يحتوى نيتروجيناً يحرر مركبات تعمل كعوامل نمو لـ Lactobacillus bifidus وهذه البكتريا الحميدة benign تنتج أحماضاً طيارة تخفض من حموضة الأمعاء إلى جيد ٥ مقارنة بـ جيد ٨ التى توجد فى الأطفال المغذين تغذية صناعية. والحموضة تخفض من نمو الممرضات. والإنزيم ليسوزيم قد يزيد من مقاومة العدوى بتحليل البكتريا الموجبة لجرام. كل هذا ولبن الثدى نظيف من ناحية الكائنات الحية الدقيقة.

وجلوبيولين المناعة أ A له تأثير مثبط على إمتصاص الجزيئات الكبيرة من خلال الغشاء المخاطى بجانب أن له نشاط مضاد للعدوى. ولذا فإن تفاعلات الحساسية أقل فى الأطفال الذين يتغذون بالثدى.

ودلت الدراسات أن التغذية بالثدى لها تأثير هام ضد موت الأطفال من الإسهال وعدوى الجهاز التنفسى. كما أن التغذية بالثدى حتى سنتين لها تأثيرها فى تأجيل الحمل.

أسباب التغذية بالزجاجة

أهم أسباب وقف التغذية بالثدى هو عدم كفاية اللبن وثانى سبب هو طول الوقت الذى تأخذه التغذية بالثدى. والتركيبة "من زجاجة" يمكن أن يقوم بها آخرون بجانب الأم. وكذلك ماقد تأخذه الأم من أدوية فالطفل يمكن أن يصل إليه ١٪ أو أقل مما تأخذه الأم. كذلك فيروس نقص المناعة فى الإنسان
human immunodeficiency virus (HIV)
يمكن أن ينتقل من الأم للطفل.

وكثير من المهاجرين يستخدمون الزجاجة بإعتقاد أنها الطريقة الحديثة لتغذية الطفل.
(Macrae)

الفصام/ الفطام weaning

يُعَرَّف الفطام بعدة تعريفات: "إعطاء غذاء غير لبن الأم" و "وقف غذاء الثدى" و "إعطاء مواد صلبة فى الغذاء" و "عملية إعطاء مواد شبه صلبة فى غذاء الطفل بجانب اللبن".

لماذا الفطام؟

هناك عدة أسباب للفطام

١- **المتطلبات الغذائية**: يأتى وقت لايمكن للطفل أن يشرب حجماً من اللبن ليقابل إحتياجاته أو إحتياجاتها بدون إضافة مواد صلبة فى الغذاء. وهذا العمر يختلف من طفل لآخر.

٢- للمساعدة فى عملية تطور التغذية العادية لأنه بسن ٩ - ١٢ أسبوعاً فإن إنعكاس البلع يتقدم بحيث يمكن للطفل أن يأخذ هريساً pureé أو شيئاً مسيلاً أو شيئاً شبه صلب. وعند سن ٥ - ٦ أشهر يبتدىء الطفل فى وضع الأشياء فى فمه والأسنان تبتدىء فى الظهور ويتغير سلوك التغذية من المص إلى العض والمضغ. وإذا ما أعطيت المواد الصلبة بعد ستة أشهر فإن الطفل يجد صعوبة فى تعلم المضغ ومشاكل التغذية تبتدىء عندما تقدم المواد الصلبة.

٣- لإعطاء طعوم ونكهات مختلفة وهذا يعلم الطفل أن يتقبل ويتلذذ بوجبات العائلة.

وقت الفطام ونوع الغذاء

ينصح بأن الفطام يكون مابين ٣ - ٦ أشهر. وعادة يكون الطعام من الحبوب وعادة يكون الغذاء محضراً خصيصاً ومغنى بالفيتامينات والمعادن. وكثيراً مايكون من الأغذية الثابتة فى البلد فيخلط على هيئة عصيدة أو عجين مع لبن أو ماء. وليس هناك ضرورة أن يكون الغذاء من الحبوب طالما صفى أو هرس أو أصبح متلازجاً شبه صلب. فيمكن أن يكون فاكهة أو خضر مهروسة أو متحورة. ويستحسن إعطاء الطفل ملعقة أو أثنتين من المواد الصلبة ثم يزاد بعد ذلك وأن يكون ذلك قبل الرضاعة. ولو أن الأطفال الجوعى قد يقبلون أكثر على الطعام بعد قليل من اللبن لإزالة جوعهم. ويوصى بأن يضاف غذاء جديد كل ٣ - ٤ أيام للسماح للطفل أن يتعود على الطعم الجديد. والأطفال قد لايحبون الطعام الجديد ويجب أن يجبروا على تناوله.

ومن سن ٦ أشهر فإن الطفل يصبح عنده زيادة فى التغذية الذاتية ويستطيع أن يأخذ الأغذية. والأغذية "الأصابع" مثل أصابع التوست وقطع صغيرة من الموز وهذه يجب إختيارها بحيث تسمح بالتناول السهل بدون زيادة إحتمال الشرقة choking أو السفط aspiration. ويجب تجنب السودانى والبذور والفشار والحلويات الصلبة والزبيب ومشابه. والطفل يجب أن يشجع على تغذية نفسه ومع ذلك فلايترك دون مراقبة مع الأغذية الأصابع. ويغير الطفل إلى طعام منزلى مطحون أو مهروس. وإن كان هذا لايعرف وقته بالضبط ويحاول أن يشرب الطفل من كوب فى سن ٦ - ٧ أشهر.

وفى سن ١٢ شهراً فإن معظم الأطفال تأكل طعام العائلة إذا قدم بطريقة مناسبة واللحوم يجب أن تكون مقطوعة بنعومة والخضر مهروسة . وكلما إتسع مدى الأغذية المعطاة كلما كان ذلك أحسن.

الملح: ينصح بألا يضاف الملح لأغذية الفطام سواء أثناء الطبخ أو على المائدة لأن الكلى لاتستطيع إفراز الداخل من الصوديوم الكثير.

السكر: ينصح بألا نجعل إضافة السكر إلا إلى أقل مايمكن لتجنب تشجيع المذاق الحلو ولتقليل خطر تسوس الأسنان.

الجلوتين: ينصح بألا تقدم أغذية محتوية على جلوتين فى الستة أشهر الأولى.

المواد الحساسة allergens: ينصح بأن يتجنب تقديم بياض البيض فى الستة أشهر الأولى لأنه من المواد الحساسة. ولكن يمكن إضافة صفار البيض من سن ستة أشهر ولكن يجب أن يكون مطبوخاً جيداً بسبب احتمال التسمم بالسالمونيلا.

النترات: فى أمريكا الشمالية يوجد إهتمام بعدم إعطاء بعض الخضروات كالسبانخ والجزر والبنجر لأن النترات بها يمكن أن تتحول إلى نتريت بالتخزين.

الإحتياجات الغذائية للطفل تحت الفطام

يجب أن يعطى الطفل كميات من الطاقة تسمح بإعطاء وقود لمعدل الأيض الأساسى (م.أ.أ BMR) والنمو والنشاط الفيزيقى وكمية الطاقة اللازمة لكل كيلو جرام من وزن الجسم تنزل تدريجياً نظراً لنزول معدل النمو و م.أ.أ ولو أن الطاقة المحتاجة للنشاط تزيد كلما زاد الطفل فى العمر وهذه ملخصة فى جدول (١).

وبالرغم من إعطاء مواد صلبة فإن اللبن لايزال يمثل نسبة جوهرية من الطاقة الكلية خلال السنة الأولى من الحياة. ويحتاج الأطفال الى ٥٠٠-٦٠٠ مل يومياً بعد سن الستة أشهر . وقد وجد أن المواد الصلبة أعطت ٥٢٪، ٥٧٪، ٦٤٪ من الطاقة الكلية عند أعمار ٧ – ٨ أشهر ، ٩ – ١٠ شهراً، ١١– ١٢ شهراً تباعاً بينما اللبن وفر الباقى. وكثافة الطاقة هامة فى أغذية الفطام فإذا كان الغذاء عالياً فى الكربوايدرات ومنخفضاً فى الدهن فالغذاء قد يكون كبير الحجم ولذا فإن الطفل لايستطيع مقابلة إحتياجاته من الطاقة.

جدول (١): احتياجات الطاقة (ك ج لكل كجم من وزن الجسم) للأطفال تحت الفطام.

العمر (شهر)	الباحث برنتيس وشركاه ١٩٨٨	* هـ أ ز / هـ ص ع ١٩٨٥	وزارة الزراعة والأسماك والأغذية ١٩٩١ فى المملكة المتحدة
٣	٣٩٩	٤٨٧	٤٢٠-٤٨٣
٦	٣٥٧	٤١٦	٣٩٩
٩	٣٤٩	٣٩٩	٣٩٩
١٢	٣٤٤	٤٢٤	٣٩٩

* هيئة الأغذية والزراعة وهيئة الصحة العالمية

وينصح بأن أغذية الأطفال تعطى على الأقل ١٠٪ من الطاقة كبروتين الذى يعطى النتروجين والأحماض الأمينية اللازمة فعند ١ – ٢، ٥ – ٦، ٩ – ١٢ شهراً فالبروتين المحتاج هو ١,٥ ، ٠,٦، ٠,٤ جم لكل كجم من وزن الجسم فى اليوم بالتتابع. وفى البلاد النامية تخلط مصادر البروتين لتكمل بعضها البعض حتى يمكن مقابلة إحتياجات البروتين. وإحتياجات الأطفال من الفيتامينات والمعادن معطاة فى الجدول (٢).

الجدول (٢): إحتياجات الأطفال من سن صفر – ١٢ شهراً (يومياً)

المغذى	الاحتياج
ثيامين (مجم)	٠,٣
ريبوفلافين (مجم)	٠,٤
حمض نيكوتينيك (مجم)	٥
حمض اسكوربيك (مجم)	٢٠
فيتامين أ (ميكروجرام)	٤٥٠
فيتامين د (ميكروجرام)	٧,٥
كالسيوم (مجم)	٦٠٠
حديد (مجم)	٦
خارصين (مجم)	٥,٣

❖ المشاكل المتصلة بالفطام

• **نقص الحديد:** حتى فى البلاد المتقدمة ٥ – ١٠٪ من الأطفال عندهم فقر دم وفقر الدم يندر ظهوره قبل ٤ أشهر لأن هناك حديد قبل الولادة كاف ولاحاجة لحديد غذائى بجانب أن لبن الثدى يعطى كمية كافية منه ولو أن نسبته قليلة

(٠،١ - ١،٢ ملجم/ لتر) لمن هم أقل من ستة أشهر لكن الإتاحة البيولوجية عالية. ولكن الحديد فى لبن البقر منخفض ولذا فإذا إحتاج الأمر إلى ألا يأخذ الطفل لبن الثدى فإن تركيبة الطفل أو المتابعة follow-up من سن ستة أشهر يجب أن تعطى لمدة السنة الأولى من الحياة.

• **الكساح rickets**: ينتج الكساح من نقص فيتامين د نتيجة نقص إمتصاص الكالسيوم من الأمعاء ووضعه فى العظام. ومعظم فيتامين د يأتى من تأثير الأشعة فوق البنفسجية من الشمس. والكساح قد يكون عاماً حيث يتجنب التعرض للشمس. وفى البلاد الغربية حيث قد يزداد غذاء الثدى فى حالات أمهات فقيرات فى فيتامين د أو بسبب التغذية المبكرة للبن البقر الكامل مع عدم التعرض للشمس قد تكون سبباً فى الإصابة بالكساح ولذا ينصح بإضافة فيتامين د لألبان جميع الأطفال من سن ٦ - ١٢ أشهر إلى سنتين.

معاملات الفطام فى البلاد النامية

إن الحاجة لتقديم مصادر غذائية غير لبنية مع وجود طرق حفظ غير مناسبة وحالة صحية سيئة ومصادر مائية غير كافية أدى إلى تلوث المواد الغذائية بالشوائب وكائنات العدوى. فقد وجد فى بنجلاديش إرتباطاً بين ماعزل من *Escherichia coli* والإسهال الذى يصيب الأطفال.

والتأثير المتصل لحالات التغذية المتدهورة والعدوى قد يؤدى إلى سوء تغذية بروتين-طاقة حيث كثير من الأطفال يُغَذَون لبن الأم لفترات طويلة بدون مواد صلبة للفطام وعندما تقدم هذه فإنها عادة ذات كثافة طاقة متخصصة.

(Macrae)

الإحتياجات الغذائية

nutritional requirements

إن لبن الأم بجانب أنه يعطى الإحتياجات الغذائية فهو يحتوى على عوامل نمو كثيرة منها عامل نمو بشرى وعوامل نمو لبنية مختلفة وأنسولين ١ ع.ف.أ.١ IGF1 ولو أن الأهمية الفسيولوجية لهذه العوامل لم تؤكد بعد.

ولو أنه من الممكن مشابهة تكوين لبن الثدى الناضج فإنه ليس من الممكن إنتاجه بحيث يحتوى الإنزيمات المختلفة أو خواص المناعة. وهو ينتج من لبن البقر (الجدول ١) ولكنه يحتاج إلى تعديل كبير فيخفض البروتين والمعادن وتزاد الكربوايدرات ويضاف فيتامينات والمعادن الآثار ويضاف حديد وخارصين نظراً لأنهما يمتصان بضعف من لبن البقر. كما أن النشاط الفيتامينى قد يفقد خلال الإنتاج أو التخزين وهذا يجب أن يعوض كما أنه يجب أن تحسن حواصه الإمتصاصية وهذا يتم بتغيير نسبة الكازين:الشرش ومخلوط الدهن.

والبروتين فى لبن البقر معظمه كيزين مع نسبة شرش : كيزين ٢٠ : ٨٠ وينتج نوعان من تركيبات الأطفال نوع يسوده الشرش ونوع يسوده الكيزين. والطفل حديث الولادة يمتص بروتين الشرش أسهل. والألبان التى يسودها الشرش خليط من شرش مزال المعادن مع كمية صغيرة من اللبن الفرز بحيث يحصل على نسبة شرش : كيزين مشابهة للبن

الثدى ٦٠ : ٤٠. وإستخدام بروتينات الشرش يغير من نمط الأحماض الأمينية وإزالة المعادن من الشرش يخفض من الصوديوم والبوتاسيوم والفوسفات.

جدول (١): المقارنة بين لبن البقر ولبن الإنسان الناضج.

وجه المقارنة	لبن البقر (لكل ١٠٠ مل)	لبن الانسان الناضج (لكل ١٠٠ مل)
الطاقة		
سعر	٦٦	٦٩
ك ج	٢٧٥	٢٨٩
كربوايدرات (جم)	٤,٨	٧,٢
بروتين (جم)	٣,٢	١,٣
دهن (جم)	٣,٩	٤,١
صوديوم (م جزئ)	٢,٤	٠,٦
بوتاسيوم (م جزئ)	٣,٦	١,٥
فوسفور (م جزئ)	٣,٠	٠,٥
كالسيوم (م جزئ)	٢,٩	٠,٩
خارصين (ميكروجزئ)	٦,١	٤,٦
حديد (ميكروجزئ)	٠,٩	١,٣
فيتامين د (ميكروجرام)	٠,٠٣	٠,٠٤
فيتامين ج (مجم)	١,٠	٤,٠
فيتامين ب١ (مجم)	٠,٠٤	٠,٠٢
فيتامين ب٢ (مجم)	٠,١٧	٠,٠٣
حمض نيكوتينيك (مجم)	٠,١	٠,٢
فيتامين ئى (مجم)	٠,٠٩	٠,٣٤
فيتامين أ (ميكروجرام)	٥٢	٥٨

أما الألبان التى يسودها الكيزين فتصنع بإستخدام اللبن الفرز وفى (قليل منها) لبن كامل الدسم كمصدر للبروتين. ونسبة الشرش : الكيزين هى نفس النسبة فى لبن البقر. ولو أن مستويات الصوديوم والفوسفور والبوتاسيوم تتحور أثناء الصناعة إلا إنها عادة أعلا من الألبان التى يسودها الشرش.

ودلت الدراسات فى السنوات الأخيرة أن الأطفال الصغار يعانون من نقص المقدرة على تخليق التورين taurine والكارنيتين carnitine. والكارنيتين ضرورى لنقل الأحماض الدهنية ذات السلسلة الطويلة إلى داخل السبحيات حيث يحدث لها أكسدة β. والتركيبات الصناعية المبنية على لبن البقر تحتوى كميات مناسبة من الكرنيتين. أما التورين فله دور هام فى ربط أحماض الصفراء والتى هى أساسية فى إمتصاص الدهن وربما لها علاقة بالرتينا والقلب والنظام العصبى المركزى. ولبن البقر يحتوى نسباً منخفضة من التورين ولذا فهو يقوى الآن بالتورين بالنسب الموجودة فى لبن الثدى (٣,٣ - ٥,٢جم/ ١٠٠مل).

وبالنسبة للكربوايدرات فإن اللاكتوز يجب أن يضاف لتصبح نسبته مماثلة للبن الثدى. وأحياناً يضاف مالتودكسترين وأحياناً أخرى أميلوز وذلك فى الألبان التى يسودها الكيزين. واللاكتوز يحسن من إمتصاص الكالسيوم ويثبط نمو ممرضات الأمعاء بتخمره فى القولون. والسكروز لايستخدم لأنه يجعل التركيبة حلوة جداً ويتجنب إستخدام الجلوكوز والسكريات الأحادية لأنها تزيد من التناضح.

وبالنسبة للدهن فإن نسب الدهن متشابهة بين لبن الأم ولبن البقر ولكن التشبع وطول السلسلة وتوزيع الأحماض الدهنية في الجزيء مختلفة وهذا مما يؤثر على إمتصاص الدهن. والأحماض الدهنية قصيرة السلسلة ومتوسطة السلسلة تمتص بكفاءة أكثر عن تلك التي تمتص بها الأحماض طويلة السلسلة المشبعة. والأحماض الدهنية غير المشبعة تمتص بسهولة أكثر عن الأحماض المشبعة من نفس طول السلسلة. وفي النوعين من اللبن حمض البالمتيك هو الحمض الأكثر وجوداً من الأحماض المشبعة وهو في لبن الأم في الوضع ٢ من الجليسريد الثلاثي وهذا يمتص بدرجة أحسن من المواقع ١، ٣ حيث يوجد في لبن البقر.

ويجب أن يعطى مصدر الدهن الأحماض الدهنية الأساسية : اللينوليك (ك١٨:٢ ω-٦) وحمض α-لينولينيك (ك١٨:٣ ω-٣) وفي لبن الأم نسبة ω-٦ : ω-٣ هي ٥ : ١ ولكنها قد لاتوجد في معظم التركيبات.

ونتروجين النيوكليوتيد تبلغ نسبته في لبن الإنسان ٠,١ - ٠,١٥٪ من النتروجين الكلي وهو يوجد في لبن البقر بنسب أقل ويحتاج الأمر إلى بحوث قبل التفكير في عمل تركيبات الأطفال من حيث توفير النيوكليوتيد.

ومن سنة ١٩٨٤ عملت تركيبات سميت ألبان المتابعة follow-on" milks) وهذه مبنية على لبن البقر ومقصود بها إستخدامها بعد سن ٦ أشهر كجزء من غذاء مختلط وهي غير صالحة لتحل محل أي من لبن الثدي أو تركيبة الطفل قبل هذا التاريخ. فمحتوى الطاقة مشابه لتركيبة الطفل ولكن محتوى البروتين أعلا وفي بعض التركيبات البروتين يسوده الشرش في حين فيالأخرى هي من بروتين اللبن الكامل. والدهن أقل من تركيبة الطفل والحديد والكالسيوم والصوديوم أعلا من تركيبة الطفل المزال معادنها وكلها يضاف إليها المعادن والفيتامينات.

الإنتاج

تتكون تركيبات الأطفال من: لبن فرز وشرش مزال المعادن (في التركيبات التي يسودها الشرش فقط) ومصدر للكربوايدرات وخليط للدهن وفيتامينات ومعادن. ويجري على المواد الخام إختبارات التكوين الغذائي والنقاوة وضمان أمان الكائنات الحية الدقيقة والخواص الفيزيقية. وتختلف طريقة الإنتاج ولكنها كلها تهدف إلى خلط المكونات معاً لإنتاج مسحوق أو سائل ثابت مأمون ومتجانس. فاللبن الفرز يصل على هيئة مسحوق أو سائل والسائل يبستر بتسخينه إلى ٧٢°م لمدة ١٥ ثانية وهذا يهدم ٩٠٪ من الكائنات الحية الدقيقة الموجودة ويعاد بسترته عدة مرات خلال التصنيع. أما الشرش فهو إما يشترى مزال المعادن أو تزال معادنه في المصنع وذلك بالنث الكهربي electrodialysis أو الترشيح الفائق أو تبادل الأيونات ion exchange ويخلط اللبن الفرز المعاد بسترته مع الشرش المزال معادنه مع مصدر الكربوايدرات وخليط الفيتامينات والمعادن ومخلوط الدهن.

والمكونات الحجمية يحدث لها ترويق بالطرد المركزي لإزالة أي مواد صغيرة ثم يجري تجنيسها لضمان أن الجسيمات متماثلة في الناتج النهائي.

وتركيبة الأطفال السائلة تعرض لعمليتين حراريتين: بسترة وتسخين إلى درجة حرارة مناسبة للتجفيف بالرشاش. وأخيراً فإن المسحوق المجفف ينتج بالتجفيف الرشاش وهذا ينتج مسحوقاً يعاد تكوينه بسهولة.

وقد يعرض الناتج لتعقيم فائق درجة الحرارة UHT حيث يسخن إلى ١٤٢°م لمدة ٢ ثانية للمحافظة على النكهة (بإنقاص التكرمل). ويسمح بعمر رف ممتد، ويعبأ فى كرتونات من عدة طبقات عديد إيثيلين وألومنيوم وكرتون والقاعدة تقفل بالحرارة. والأوعية packs تعقم بفوق أكسيد أيدروجين ساخن قبل ملئها مطهراً aseptically باللبن والمصنع ينصح بإستخدام الكرتونات ٢٥٠ مل خلال ٢٤ ساعة والـ ١٠٠٠ مل خلال ٤٨ ساعة. ويتم فحصها جيداً.

التحضير

- يحضر الآن بملء مغرفة من المسحوق وتضاف إلى ٣٠ مل ماء ويستخدم ماء مغلى طازج (حديثاً) والماء يجب أن يحتوى ٢٠ مجم صوديوم فى اللتر أو أقل.

وتنظف الأيادى والسطوح جيداً ويقاس الماء المغلى المبرد فى زجاجة معقمة ودرجة حرارة الماء تكون حوالى ٥٠°م وتملأ المغرفة طبيعياً ويضاف عدد المغارف إلى الماء وتقفل وتهز للحصول على خلط جيد وهذا يغذى به الطفل أو يحفظ فى الثلاجة لمدة أقصاها ٢٤ ساعة. ويمكن أن تسخن بوضع الزجاجة قائمة فى ماء ساخن ولاتستخدم الأفران ذات الموجات القصيرة لأنها لاتؤدى إلى تسخين متجانس وربما يؤثر ذلك على الطفل.

التعقيم

الأطفال الذين يغذون بواسطة الزجاجة ليس عندهم نفس درجة الحماية المناعية مثل الذين يتغذون من الثدى وعلى ذلك فإن المعاملة الصحية حيوية أثناء التغذية فالزجاجات يجب غسلها جيداً فى ماء دافىء ملىء بالصابون مع إستخدام فرشة لإزالة أى آثار للبن ثم يغسل بماء بارد وتعقم وذلك بإضافة هيبوكلوريت على هيئة أقراص.

وقد يجرى غلى المواد لمدة ٢٠ ق وهذه يجب أن تكون الزجاجات فيها مغموسة تماماً وخالية من فقاقيع الهواء والحلمات يجب غليها لمدة ٥ ق.

وهناك تعقيم بخارى فى المنزل بإضافة كمية صغيرة من الماء إلى طبق مسخن وتتبخر المياه وتغطى سطح الزجاجة. وتقفل المكنة آلياً بعد ٦ - ١٢ ق ويكون التعقيم على ٩٨°م لمدة ٣ ق قد تم.

(Macrae)

❖ طرق تحضير أغذية الفطام

• الطرق التجارية

من هذه الأغذية أغذية فطام محضرة على أساس من الحبوب تشتمل على نوع أو أكثر من الحبوب زائد لبن وفيتامينات ومعادن وكل المكونات تخلط بالماء لإنتاج عجينة سائلة والتى يتم جلتنتها. وتجفف بإستخدام مجفف أسطواني. والرقائق المجففة تطحن إلى ٦ أمثال حجم الجسيمات المطلوب وتعبأ.

وأغذية الفطام المخبوزة مثل البقسماط husks يدخل فيها القمح وإن كان غيره من الحبوب قد يستخدم ويضاف الدهن والماء ويعمل عجين وهذا يحول إلى صفحة مستمرة أو شريط ثم يقطع ويشكل ويخبز فى فرن ثم يعبأ (الجدول ١).

جدول (١) تكوين بعض أغذية الفطام التجارية.

الغذاء	المغذيات فى كل ١٠٠ جم					
	الطاقة (ك ج . سعر)	بروتين (جم)	كربوايدرات (جم)	دهن (جم)	صوديوم (جم)	حديد (مجم)
أغذية جافة						
أرز حبوب	١٥٣١ (٣٦٦)	٧,٠	٨٢.٨	١,٥	٠,٠١	٣١,٧
حبوب وفاكهة	١٥٦٨ (٣٧٥)	١١,١	٧٨,٥	١,٨	٠,٠٣	٣٢.٨
شوربة أطفال	١٥٢٧ (٣٦٥)	٢٤.٥	٦٥,٣	٣,٢		٥.٠
بقصماط (محبب)	١٧٠٢ (٤٠٢)	٩,٠	٧٦.٠	٩,٠	٠.٠٦	١٢,٥
باتيستا (باستا)	١٤٧٢ (٣٥٢)	١٤.٥	٨٣.٢	١,٤		٨.٠
لحم	١٩٩٦ (٤٧٠)	٥٥.٠	٢٤.٣	١٧.٠		٣.٨
لحم وخضر	١٦٧٠ (٣٩٥)	١٩,٠	٥٧,٠	٩.٥	٠,٣٠	١٣.٠
كسترد بيض	١٦٨١ (٣٩٧)	١٦.٠	٧٠,٠	٥.٧	٠,٢٥	-
خضر مختلفة	١٦٠٣ (٣٧٨)	١٦,٠	٦٢.٠	٧,٠	٠.٣٠	٢٠.٠
بودنج موز وتفاح	١٦٣٣ (٣٨٣)	٣,٠	٩٠,٠	١,١	٠,٠٥	-
أغذية معدة للأكل						
لحم	٤٥٠ (١٠٨)	١٠.٠	٣.٥	٦,٠	٠,١٦	١,٤
لحم وخضر	٢٧٥ (٦٥)	٣,٣	٩,٣	١,٩	٠,٠٨	٢,٦
سمك وخضر	٢٨٧ (٦٨)	٣,٣	٩,٨	٢,٠	٠,٠٤	٢,٣
خضر مخلوطة	١٩٧ (٤٧)	١,٨	١٠,٠	-	١,٠٢	٠.٧
فواكه مخلوطة	٢٠١ (٤٨)	٠,٣	١١,٥	٠,٠٣	٠,٠٢	٠,٥
باستا فى صلصة جبن	٣٧٢ (٨٩)	٣,٨	٩,٥	٤,٢	٠,٠٧	٢,٢
أرز وخضر	٢٢٠ (٥٢)	٢,٣	٩,٩	٠,٦	٠,٠٣	٢,٦
عقبة زبادى الموز	٢٦٠ (٦١)	١,٦	١١,٨	١,٢	٠,٠٢	٠,٢
بودنج شيكولاته	٣٩١ (٩٢)	١,٨	٢٠,٢	١,٠	٠,٠١٤	٠,٥
عصير فواكه	١٧٠ (٤٠)	آثار	١٠,٦	آثار	٠,٠٠٤	-

أرقام السعرات مابين الأقواس

• **أغذية للفطام المعدة للأكل والمجففة**

تحضر المكونات وتوزن قبل خلطها بالماء ويخلط النشا بالماء قبل خلطه مع بقية المكونات لضمان التشتت التام. ويتم الطبخ بالتعريض للبخار أو يسخن بجاكتة تحيط بوعاء الطبخ ثم يخفض الغذاء إلى الحجم المعين ويملأ ساخناً في أوعية (علب أو برطمانات) ثم يقفل وتعامل الأوعية بالحرارة وتحت ضغط ثم تبرد وتروسم.

وأغذية الفطام المجففة هي مخاليط من حبوب مسبوقة الطبخ وقد يكون معها لحم أو خضر. فالمكونات الجافة تخلط مع الماء وتطبخ على مجفف أسطواني لإعطاء رقائق وهذه تنقص إلى الحجم المناسب وتعبأ.

• **التحضير المنزلي لأغذية الفطام**

هذه مسألة تشمل تهيئة عمليات الطبخ العادية لهذا الغرض. وهذا النوع يعني منع أصناف معينة من الوصول للأطفال مثل الفلفل الشيلمي، والثوم، والزنجبيل والأشياء الأخرى من التوابل والتي قد تهيج القناة الهضمية للطفل. ولايتم إستخدام التحمير وانما يستخدم الشوي والخبز والغلي وبعد الطبخ يعدل للقوام المناسب تبعاً لطور الطفل في النمو.

• **تحضير أغذية الفطام في البلاد النامية**

المخلوط المكون من مكونين يسمى المخلوط الأساسي والمكون من عدة يسمى مخلوط متعدد ويدخل في الأخير أربعة مكونات رئيسية: ١- مادة ثابتة كمكون رئيسي ويفضل أن تكون من الحبوب. ٢- مضاف بروتيني من نبات أو حيوان كالبقول والسوداني واللبن واللحم والفراخ والسمك والبيض...الخ. ٣- مضاف من فيتامينات ومعادن كخضر و/أو فواكه . ٤- مضاف طاقة من دهن أو زيت أو سكر لزيادة تركيز الطاقة في المخلوط.

الصحة: غسيل الأيادي وكل الأجهزة هام جداً والأشياء أو الزجاج مثل الأطباق يمكن تعقيمها كيماوياً ولكن الأدوات المعدنية من الضروري غليها.

المضافات في أغذية الفطام التجارية

إن أمعاء الأطفال منفذة أكثر من البالغين وبجانب ذلك فإن ميكانيزم ازالة السمية في الكبد لايكون قد تم تطوره عند الفطام وعلى ذلك في بعض البلاد يسمح بالإستخدام العام للمضافات ولايسمح به في أغذية الأطفال.

منظمات الحموضة: وهذه تسمح بالبسترة لضمان الناتج بدلاً من معاملة أشد قسوة تؤدي إلى فقد في القيمة الغذائية.

مضادات الأكسدة: التوكوفيرولات مثلاً تمنع تدهور الزيوت والدهون.

المستحلبات: وهذه تعمل على تشتت كامل للزيوت والدهون.

النكهات: تـ ـمح بتقديم الطفل لمدى متسع من المذاقات وعادة تستخدم الأشياء الطبيعية كالفانيليا.

عوامل تكوين الجيللي: تسمح بتقديم الغذاء كجل عندما يكون القوام مرغوبا.

النشا المحور: عندما يتم تسخين النشا (غير المحور) فإنه يفقد جزءاً من خواصه التثخينية ولكن باستخدام الأميلوبكتين المتشابك cross-linked يمكن أغذية الفطام من تجنب هذا العيب.

العطان/مواد حافظة: عادة لاتحتوى أغذية الفطام على مواد حافظة ولكن يمكن أن تستخدم بعض منها مختارة فى منتجات النكهة السائلة المركزة لضمان أمان الكائنات الحية الدقيقة لأن محتويات العبوة قد تستهلك على عدة أيام.

مواد رافعة: تستخدم للحصول على قوام مقبول فى المنتجات المخبوزة أو البقسماط.

مثبتات: تستخدم لمنع الفصل والذى قد يعطى مظهراً غير سار ومتجلط. (Macrae)

---

vervain/verbena رعى الحمام/ لويزة

الإسم العلمى *Verbena hortensis*
V hybrida

الفصيلة/العائلة: الآرثدية/الغرينية/رعى الحمام
Verbenaceae (vervain)

بعض أوصاف

السيقان شبه مربعة وهى تتفرع بحرية ولها أوراق بيضية إلى مطاولة مسننة. وطولها ٢- ٤ بوصة. ومغطاه بالشعر والأزهار ١ بوصة فى القطر ومعظم الوقت أصغر وتوجد فى عناقيد مسطحة ٢ - ٢،٥ بوصة فى العرض. وألوانها مختلفة بيضاء ووردية وحمراء ولافاندر وزرقاء وأرجوانية ولها مركز أبيض والأوراق تستخدم فى الليكير. (Everett)

والنكهة ليمون ويمكن أن تستخدم فى الأطباق الحلوة وسلطات الفاكهة.

والأسماء: بالفرنسية verveine، وبالألمانية Zitronenstrauch/Verbena، وبالإيطالية verbena، وبالأسبانية verbena. (Stobart)

---

to foam رغا

الإرغاء والتهوية
foaming and aeration

هناك أنواع مختلفة من الأغذية المهواه: بعض منها من الأنظمة المرغاه foamy systems، والأخرى تدخل ضمن الأنظمة الأسفنجية spongy systems. وحتى الأنظمة اللُّبادية felty systems غير المسحوقات powders والتى هى من نقطة نظر أصلية تنتمى إلى أنظمة تحتوى هواء air-containing systems وفيما عدا المسحوقات والنظم اللُّبادية فإن الأنظمة الأخرى تمر غالباً خلال حالة رغوة أثناء إنتاجها. فمثلاً فى خبيز الخبز والذى له تركيب أسفنجي فإن الخبز

الذى يرتفع له تركيب رغوة. وبالنسبة للإرغاء والتهوية فإنه يمكن إعطاء التعريفات الآتية:

١- الإرغاء: الإرغاء هو عملية عمل رغوة. والرغوة هى تشتت فقاقيع غاز فى طور مكثف صلب أو سائل. وفى الرغوة الطور المكثف هو الطور المستمر فى حين أن الغاز هو الطور غير المستمر.

٢- التهوية: التهوية هى العملية التى يتم بها عمل نظام مهوى والنظام المهوى هو النظام الذى يتكون من طور غاز وطور مكثف (صلب أو سائل). وفى النظام المهوى كلا الطورين (غاز ومكثف) ممكن أن يكونا مستمرين.

تكوين الرغوة

إن نوعا من التقليب الميكانيكى يحتاجه الأمر لتكوين رغوة فهى تؤدى غرضين: ١- إدخال الغاز فى السائل. ٢- إنقاص حجم الفقاعة. والتقنيات الأخرى التى يمكن بها عمل فقاعات هى عمل فقاعات فى سائل (ماء) فوق مشبع بثانى أكسيد الكربون (بيرة) أو السماح للفقاقيع أن تتكون على صفيحة ذات ثغور بواسطة حقن الغاز. وتكوين أنظمة مهواة لها تركيب اسفنجى كما فى عمل الخبز يتطلب أساساً إنتاج رغوة. ونظراً لإنهيار الأفلام الرقيقة بين الفقاقيع هذه الرغوة تمر إلى التركيب الإسفنجى. ولمنع هذا الإنهيار لهذا الإسفنج فإن الأجزاء المتبقية من التركيب الإسفنجى (حدود النجد (أسفل plateau borders) يجب أن تكون متماسكة بكفاية للإحتفاظ بكل النظام عمودياً upright.

دور عوامل النشاط السطحى فى عمل الرغوة والثبات

role of surface active agents in foam formation & stability

إن رغوة ثابتة يمكن إنتاجها عندما تكون مكونات النشاط السطحى موجودة وتنقص من التوتر السطحى للماء. وعوامل النشاط السطحى فى الأغذية مثل البروتينات والأحماض الدهنية والجليسريدات الأحادية والليسيثين والفوسفوليبيدات وغيرها تنقص التوتر السطحى للماء على درجة حرارة الغرفة من ٧٢ ن م/م $mN\ m^{-1}$ إلى حوالى نصف هذه القيمة.

وبجانب خفض التوتر السطحى فإن مركبات النشاط السطحى تساهم فى ثبات الرغوة بسبب أنها يمكنها خلق منحدر gradient التوتر السطحى على سطح السائل. ومنحدر التوتر السطحى surface tension gradient هذا يعطى السطح مقداراً من التماسك والذى له تأثير هام فى إنسياب السائل فى الرغوة مبطناً إنسياب السائل خارج الرغوة بدرجة كبيرة.

وخاصية مهمة أخرى للمحاليل ذات النشاط السطحى هو أنها خاصة أثناء التقليب الميكانيكى لعمل الرغوة فإن سطح الفقاقيع لايكون فى حالة توازن بما معناه أن التوتر السطحى قد ينحرف بدرجة كبيرة عن قيمة التوازن. وسطوح الفقاقيع يمكنها التمدد أو الإنضغاط أثناء التقليب وبالتالى فإن التوتر السطحى الديناميكى يمكن أن يكون أعلا أو أقل عن قيمة التوازن.

وعند تكوين الفقاقيع فى سائل بالسماح للغاز أن ينساب من خلال فوهة فإن حجم الفقاقيع الهاربة

مـــن الفوهـــة يحـــدده تـــوازن بـــين قـــوة الطفوية/التعويمية buoyancy وقـــوة التوتـــر السطحي حول محيط الفوهة وهذا معناه أن توترا سطحيا أقل يسبب فقاعة أصغر. ولما كانت هذه العملية تحدث في فقاعة تتمدد expanding bubble فإن التوتر السطحي الديناميكي خلال تمدد السطح له عمله.

وبتسبيب مشابه يمكن أن يستخدم لتكوين فقاقيع بواسطة صفيحة plate ذات ثغور أو خلف سوط سلكي behind wire whip.

خفض حجم الفقاعة بواسطة التقليب الميكانيكي reduction of bubble size by mechanical agitation

الفقاقيع يمكن أن تكسر في السائل بواسطة التقليب الميكانيكي عندما تكون القوى الأيدرودناميكية hydrodynamic المبذولة بواسطة السائل تزيد عن ضغط لابلاس Laplace في الفقاعة. وضغط لابلاس Laplace للغاز في الفقاعة يساوي الضغط الزائد overpressure (Δض Δp) الناتج من التوتر السطحي للفقاعة جاما γ وإنحناء curvature سطح الفقاعة (١/نق 1/r) تبعاً

$$\Delta p = 2\gamma / r \qquad (1)$$

Δض = ٢ γ / نق

حيث نق هي نصف قطر الفقاعة.

والقوى الايدرودناميكية يمكن أن تنتج من إنسياب قص shear flow أو إنسياب طولي elongational flow أو من إضطراب turbulence وفي حالة انسياب القص فإن الضغط الايدرودناميكي والذى يعمل على الفقاعة يتناسب على لزوجة السائل η ومنحدر التسارع velocity عمودياً على اتجاه إنسياب دضس/دع dv_x/d_z. وطالما كان هذا الضغط القصّي أكبر من ضغط لابلاس فإن الفقاعة تتكسر إلى أصغر منها. وأقصى حجم للفقاعة الذى يمكن الوصول إليه يعطى بالعلاقة:

نق = ٢ γ / (دضس/دعη)

$$r = \frac{2\gamma}{dv_x / dz_\eta} \qquad (2)$$

وفي حالة الإنسياب الطولي فإن الفقاعة تمط في إتجاه واحد بواسطة منحدر التسارع الذى يعمل على نفس الإتجاه مثل إنسياب السائل دضس/دس dv_x/d_x. وهذا الإنسياب يوجد حيث سائل يضغط خلال فوهة صغيرة أو شق slit والضغط الطولي المبذول على فقاعة يتناسب مع منحدر التسارع الطولي واللزوجة الطولية ηهـ η_E والذى هو للسوائل النيوتينية Newtonian liquids يساوى ثلاثة أمثـــال لزوجة القص shear viscosity وبالتالي فإنه بتطبيق الإنسياب الطولي فإن أقصى حجم للفقاعة الذى يمكن الحصول عليه يعطى بالعلاقة:

نق=٢ γ/(دضس/دس ηهـ) = γ/(٣ضس/س η)

$$r = \frac{2\gamma}{dv_x / dx\, \eta_E} = \frac{\gamma}{3\, dv_x / dx\, \eta} \qquad (3)$$

والخبرة العملية تقترح بأنه في العادة من الأسهل الحصول على فقاعات أصغر بتطبيق الإنسياب الطولي عنه بإنسياب القص. وفي حالة الإنسياب الإضطرابي فإن قوى القصور الذاتي inertia forces تسود وتسبب إضطرابات ضغطية Δض Δp تؤدى إلى تكسير الفقاعات عندما تزيد عن ضغط

لابلاس. وإضطرابات الضغط الناتجة عن إضطرابات السرعة Δض Δv تتبع قانون برنولى Bernoulli's law: Δ ρ = ١/٢ ρ (Δض)٢ $\Delta p = \frac{1}{2} \rho (\Delta v)^2$

وعلى ذلك فإن أقصى حجم للفقاعة الذى يحصل عليه من هذا الميكانيزم يعطى بـ

نق=٤ γ / ρ (Δض)٢ $r = \dfrac{4\gamma}{\rho (\Delta v)^3}$ (٤)

وبتطبيق هذا على خفق الكريمة بإستخدام سوط سلكى wire whip متحرك بسرعة ١م/ث فإن حجم الفقاعة الناتج يكون حوالى ٠,١مم وهو من القدر المطلوب

(γ = ٤٠ × ١٠^-٣ ن م^-١ ، ρ = ١٠^٣ كجم م^-٣)

$(\gamma = 40 \times 10^{-3}\ N\ m^{-1}\ ,\ \rho = 10^{3}\ kg\ m^{-3})$

◈ **ثبات الرغوة foam stability**

عندما يتم عمل رغوة فإن ثلاث ميكانيزمات يمكن أن تميز والتى يمكنها أن تساهم فى ثبات الرغوة: التصفية drainage والإندماج coalescence والتفاوت disproportion.

• **التصفية drainage**: التصفية هى إنسياب السائل خارج الرغوة. وهذه الرغوة مبنية على أفلام سائلة رفيعة بين الفقاقيع وحدود النجد plateau borders والتى تقع على نقطة التقاء الأفلام السائلة الثلاث. وفى رغوة حديثة يسيل السائل خارجاً من الأفلام الرفيعة كنتيجة لقوى الجاذبية. وهذه العملية تتقدم بطريقة بحيث أن سطوح الفلم تكاد تكون غير متحركة خلال إنسياب السائل. وهذه لأن عوامل النشاط السطحى الموجودة والتى تثبت الفلم تولد منحدر توتر سطحى على طول الفلم والذى يُبْقِى الفلم بدون حركة. وهذا يعنى أن كمية السائل التى تسيل من الفلم تكون صغيرة وخاصة عندما يصبح الفلم أرفع لأن معدل الإنسياب يتناسب عكسياً مع مكعب ثخانة الفلم تبعا

ق = ٢/٣ (ρج/η) × ث٣ $Q = \frac{2}{3}\dfrac{\rho g}{\eta} d^3$ (٥)

حيث: ق = حجم السائل الذى ينساب خارجا من الفلم لكل وحدة زمن "ث" ووحدة عرض للفلم

Q = volume of liquid that flows out of film per unit time (s) and per unit width of the film

ج = قوة الجاذبية   g = force of gravity

ث = ثخانة الفلم   d = film thickness

وتصفية السائل من حدود النجد plateau borders يستمر حتى الإنحناء (عكس نصف قطر الإنحناء) حتى يصبح عالياً بحيث أن إمتصاص الشعيرات يعوض الضغط الايدروستاتى تبعا

ρ ج ع = γ / نق $\rho g H = \gamma / R$ (٦)

حيث:

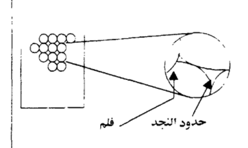
ع= الإرتفاع الايدروستاتيكى لحدود النجد بالنسبة للسائل

H = hydrostatic height of the plateau border with respect to the liquid

نق: نصف قطر الإنحناء لحدود النجد

R = radius of curvature of plateau border

ويمكن أن يتوقع أنه فى معظم الأنظمة العملية فإن التصفية للسائل خارج حدود النجد plateau borders تحدث أيضا عندما تكون السطوح غير متحركة (صورة ١).

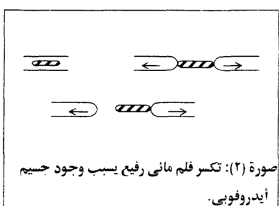


صورة(١): تركيب مشابه لقرص العسل لرغوة تتكون من أفلام سائلة رفيعة والتي تتقابل في حدود نجد تحت زاوية ١٢٠°م.

• الإندماج coalescence

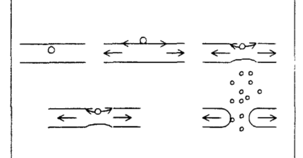
عندما تتقدم التصفية drainage بالبعد الكافي فإن هذه العملية قد تبطؤ أو حتى تقف ويرجع ذلك إلى القوى المتعاكسة والتي تعمل بين سطحي الفلم المتقاربين. وفي الأنظمة العملية خاصة في الأغذية فإنه يلاحظ انه حتى قبل أن يبلغ الفلم توازن ثخانته فإن الفلم ينهار وينتج عنه إنهيار الفقاقيع. ولأن هذه الأنظمة تحتوي جسيمات من أنواع مختلفة مثل قطيرات المستحلَب وبلورات وألياف وخلايا وغيره فإنه من المتوقع أن تلعب دوراً في عدم ثبات الأفلام الرفيعة. ويمكن أن يميز ميكانيزمان: جسيمات غيرمحبة للماء وجسيمات بسط spreading particles.

الجسيمات غير المحبة للماء hydrophobic particles: عندما يعمل جسيم غير محب للماء إتصالا مع كل من سطحي فلم مائي فإنه نظراً إلى التحديب الإنحنائي convex curvature لسطح الفلم فإن السائل الفلمي ينساب بعيداً عن الجسيم وعندما يكون عدم الحب للماء hydrophoicity كبيرا بدرجة كافية (زاوية الإتصال كبيرة بدرجة كافية) فهذا ينتج عنه إنهيار للفلم (الصورة ٢).



صورة (٢): تكسر فلم مائي رفيع يسبب وجود جسيم أيدروفوبي.

جسيمات بسط spreading particles: عندما يوجد جسيم في فلم والذي يمكنه أن ينبسط على سطح فلم فإنه عندما يعمل إتصالاً مع أحد الأسطح فإن الفلم قد ينهار بسبب حركة سطح الفلم بعيداً عن جسيم البسط. ونظراً لهذه الحركة لهذا السطح فإن الفلم السائل يُعْصَر/يُضْغَط أيضاً من الجسيم المنبسط. وعندما تتقدم هذه العملية بدرجة كافية فإن الفلم يصبح رفيعاً لدرجة أنه ينهار تلقائياً (الصورة ٣).



صورة٣: تكسر فلم مائي رفيع نظراً لوجود جسيم والذي ينبسط على واحد من سطوح الفلم.

• التفاوت disproportionation: التفاوت هو نمو الفقاقيع الكبيرة على حساب الفقاقيع الصغيرة. والقوة الدافعة لهذه العملية هو إرتفاع ضغط الغاز فى الفقاقيع الصغيرة تبعاً لقانون لابلاس وهذا يسبب ذوبان أعلا للغاز فى السائل فى مجاورة الفقاقيع الصغيرة وبواسطة الإنتشار ينتقل الغاز إلى الفقاقيع الكبيرة.

وهذه العملية فى الأساس عملية تسارع ذاتى لأن الفقاقيع الصغيرة تصبح أصغر وأصغر فإن القوة الدافعة تزيد مؤدية إلى إنفجار (إلى الداخل) implosion لهذه الفقاقيع. وبهذه الطريقة فإن عدد الفقاقيع ينخفض بدون تكسير فلم واحد. والغاية النهائية لهذه العملية هى تخشين coarsening للرغوة.

ومعدل التفاوت يزيد مع ذوبان الغاز فى السائل. ولأن ثانى أكسيد الكربون ذائب جداً فى الماء فإن هذه العملية هى واحدة من الإسباب الرئيسية لعدم ثبات الرغوة فى المشروبات المكربنة مثل البيرة.

والتفاوت بما أنه عملية ديناميكية فهو حساس جداً لخواص السطح الديناميكية. وسطح الفقاعة المختفى ينضغط بإستمرار والذى عندما تكون مركبات النشاط السطحى موجودة يسبب خفض فى التوتر السطحى ويتبع ذلك بطء فى العملية. ويمكن تحت ظروف معينة وقف عملية التفاوت.

أنواع الأغذية المهواة
types of aerated food staffs

فى الأغذية المهواة يمكن عمل تمييز بين الأنظمة :غاز غير مستمر والأنظمة غاز مستمر. فالرغوة نظام غاز مستمر ومن أمثلة ذلك الكريمة المخفوقة وبياض البيض المخفوق/المضروب وعجين الخبز أثناء إرتفاعه. ورغوة البيرة تنتمى لهذه الفئة ولكن كمثال لنظام كريمى نتيجة إنخفاض اللزوجة فى الطور المستمر. وفى الأنظمة الأخرى المذكورة فإن جسوء rigidity النظام كله يمنع كريمية الفقاقيع. أما أنظمة الغاز المستمر فتشمل الإسفنجيات والأنظمة الأخرى مثل أنظمة اللباد والمساحيق. والإسفنجيات تعمل عادة من رغوة فمعظم منتجات الخبيز مثل الخبز والكيك تمر خلال طور رغوى أثناء الإنتاج. والإسفنجيات تأخذ تركيبها من الحالة الرغوية حيث تتكسر الأفلام الرفيعة بين الفقاقيع. وهذه الأنظمة ثابتة فقط عندما تكون الشبكة متماسكة بالقدر الكافى. ومن أمثلة النظام اللَّبَادى felty system سكر مغزول أو غزل سكر sugar spin مكوناً من خيوط رفيعة من السكر والتى تحبس هواء كثيراً.

الأجهزة المستخدمة equipment employed

يمكن إستخدام أنظمة مغلقة أو مفتوحة فى إنتاج الأغذية المهواة. وتعمل الأنظمة المفتوحة بشكل بحيث - من حيث المبدأ - أن كمية الغاز (الهواء) غير محدودة. ومن أمثلة ذلك مُعْجِن العجين وسلطانية مفتوحة لخفق الكريمة أو بياض البيض ومُقَلِب دبوسى عالى السرعة مثل التراتيراكس ultraturrax. وضرورى فى هذه الطريقة لعمل الرغوة أن كلاً من السائل والرغوة يخضعان للمعاملة الميكانيكية لحركة الأجزاء من الأجهزة. وعيوبها أنه فى محاولة عمل رغوة أكثر و/أو فقاقيع أصغر بزيادة التقليب الميكانيكى فإن النتيجة قد تكون العكس. هذا لأن التقليب الميكانيكى يكسر الأفلام

بين الفقاقيع. فزيادة التقليب الميكانيكي فإن كمية الرغوة المنتجة تمر خلال قيمة عظمى بينما يمر حجم الفقاقيع بقيمة صغرى. والخاصية العامة لنظام مغلق هي أن نسبة حجم غاز/سائل يمكن أن تختار بإختيار ضبط الجهاز. وخاصية أخرى للنظام المقفل هو أن الرغوة يمكن أن تعمل تحت ضغط أعلا من ١ جوى، وهذا يجعل الرغوة أقل تأثراً بالنشاط غير المُثَبِت للتقليب الميكانيكي. والتقليب الميكانيكي المطلوب في هذه الأجهزة يمكن أن يحصل عليه بواسطة خلاط ثابت static mixer خلاله يدفع كلا الطورين أو بواسطة خلاط دوار مثل مُقَلِّب الدبوس pin mixer. والأغذية المهواة يمكن أن تعمل بواسطة باثق وفي هذا الجهاز فإن الأغذية الخضلة moist تسخن لأعلا من ١٠٠°م وتحفظ تحت ضغط عال بواسطة حلزون دوار وعند مخرج الجهاز فإن الضغط ينخفض فجأة إلى ضغط جوى واحد وغليان الماء الناتج يسبب نفخ puffing المواد الغذائية.

وعملية قريبة لإنتاج الرغوة هي تمدد السائل فوق المشبع بغاز البيرة وعصائر الفواكه والمشروبات الخفيفة والنبيذ المتلألىء sparkling wine والشمبانيا أمثلة يستخدم فيها غاز ثاني أكسيد الكربون. وفي إنتاج الكريمة المخفوقة الفورية يستخدم أكسيد النيتروز لأن له نفس ذوبان ثاني أكسيد الكربون وعديم الطعم.

وفي كل هذه الحالات فإن الفقاقيع تكون بواسطة التنْويَّة المتغايرة heterogenous nucleation فالظروف الايدرودينامية عند موقع التنْويَّة وخواص الديناميكية لسطح السائل وحجم وإبتلالية النواة تحدد - الى حد كبير - حجم الفقاقيع المتكونة. وكمية الرغوة يحددها درجة فوق تشبع السائل ويمكن إنتاج ثاني أكسيد الكربون في هذه الأغذية بواسطة الخميرة (الخبز والشمبانيا) أو بمسحوق الخبيز (الكيك) والتي تنتج هذا الغاز على درجات حرارة أعلا.

ضبط الرغوة foam control

لضبط الرغوة من الضروري أن رغوة معينة تخصص بطريقة كمية. والمعالم الفيزيقية الهامة التي تميز رغوة ما هي توزيع حجم الفقاقيع وزيادة الحجم overrun وتماسك الرغوة stiffness. وتوزيع حجم الفقاقيع يعطي عدد الفقاقيع الموجودة في عرض/إتساع حجم الفقاقيع لكل وحدة حجم من الرغوة. وهذا المعلم يمكن قياسه بواسطة تقنية فِبْر الزجاج والذى يقيس توزيع حجم الفقاقيع لفقاقيع تزيد عن ٢٥ ميكرومتر في مدى زمن قدره دقيقة واحدة. ومن توزيع حجم الفقاقيع فإن متوسط حجم الفقاعة يمكن حسابها. وزيادة الحجم overrun يمكن حسابها وهي النسبة كنسبة مئوية للحجم الكلي للغاز الذى أخذته الرغوة وحجم السائل في الرغوة. كما يمكن حساب قياس زيادة الحجم overrun بطريقة بسيطة بوزن حجم معروف من الرغوة. وبقياس توزيع حجم الفقاقيع كدالة الزمن فإن معلومات يمكن الحصول عليها عن معدل التصفية drainage والإندماج coalescence والتفاوت disproportionation ومعلومات عن الإندماج والتفاوت يمكن الحصول عليها بإستخدام غازات ذات ذوبان مختلف في

الماء والنتروجين وثانى أكسيد الكربون وأكسيد النتروز. ويمكن الحصول على معلومات عن هذه العمليات من تغير توزيع حجم الفقاقيع لأنه نظراً للإندماج فإن توزيع الحجم ينتقل فقط إلى الأحجام الأكبر بينما كنتيجة للتفاوت فإن توزيع الحجم ينتقل للأحجام الأصغر.

وعندما تكون زيادة الحجم overrun للرغوة عالية بدرجة كافية يكون للرغوة قيمة خضوع yield value معينة فهى تحتاج إلى ضغط قص أقل مايمكن قبل أن تبتدىء فى الإنسياب. وبهذه الطريقة فإن الرغوة تظهر قدراً معيناً من التماسك والذى يمكن قياسه باستخدام جهاز من نوع الكويت couette type apparatus. وفى إستخدام هذه التقنية يجب الحذر من إنزلاق slip الرغوة على جدر الأسطوانات. ويمكن منع الاتزان بعمل جدر الاسطوانات من شبك سلك له عيون mesh تلائم matches حجم الفقاعة.

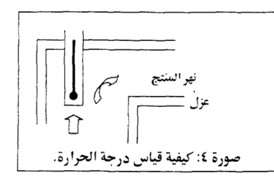
❖ الصحة hygiene

يجب تهوية المواد الغذائية تحت ظروف صحية فيمنع التلوث أثناء الإنتاج وتغسل الأجهزة جيداً بعده وهذا يظهر فى الآتى:

• **الهواء**: يحتوى الهواء على ٥٠٠ – ١٠٠٠٠ كائن حى دقيق فى كل متر مكعب وعلى ذلك فبدون إزالة الشوائب يمكن للهواء أن يعيد تلوث الناتج. ومن السهل خفض عدد الكائنات الدقيقة إلى مستوى منخفض مقبول وهناك مرشحات تخفض من عدد الجسيمات ذات الـ ٠,٣ ميكرومتر فى الهواء بعامل ≥ ٣ × ١٠^٦. ومن المهم أن تكون المرشحات جافة وإلا نمت الكائنات الدقيقة خلال المرشح ويمكن تعقيمها بواسطة معقمات البخار أو الغاز.

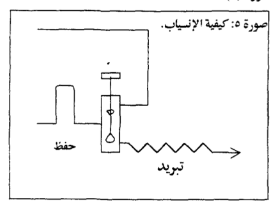
• **المعاملة الحرارية المستمرة**: أحسن طريقة لضمان الظروف الصحية أثناء تهوية الأغذية هو أجراؤها تحت درجات حرارة مرتفعة والأحسن أن يكون ذلك تحت ضغط لتحسين سلوك الخفق للمواد الغذائية.

• **درجة الحرارة والزمن**: يجب أن تعرض درجة الحرارة والزمن بحيث يعملان سوياً للناتج فلدرجة الحرارة يجب أن يكون الترمومتر فى طريق الناتج (صورة ٤).



صورة ٤: كيفية قياس درجة الحرارة.

• **الإنسياب**: يجب أن يكون الإنسياب عادياً كما فى صورة (٥).



صورة ٥: كيفية الإنسياب.

• **التنظيف**: قد تعيق متبقيات التربة إنتقال الحرارة أو الكيماويات فيجب مراعاة ذلك.

• إزالة التلوث: يجب أن تكون إزالة التلوث بكفاءة سواء إستخدام البخار أو مواد كيماوية في التنظيف.

الختام seals: سواء كانت الختام ختام ساكن أو ديناميكي فيجب مراعاة أن تصل المواد المطهرة لجميع الأجزاء.

• التآكل: قد يحدث تآكل وتختفي فيه الكائنات الدقيقة فيجب مراعاة ذلك.

(Macrae)

رف

عمر الرف shelf life

عمر الرف لغذاء ما يتعلق بثبات التخزين ويمكن أن يوصف بأنه الحياة المقبولة للغذاء. وهذه الحياة تختلف بالنسبة لنوع الغذاء فعمر الرف للأغذية المحفوظة (غير قابلة للفساد non-perishable) مثل المعلبة والمجمدة والمجففة...الخ عادة يعبر عنها بالشهور والسنين بينما الأغذية الطازجة (القابلة للفساد perishables) يعبر عن عمر الحياة فيها بالأيام. ومن المهم الحصول على تقديرات لعمر الرف للأغذية وأن يكون هناك طرق لتقدير عمر الرف من أجل: ١- تقدير تأثير إضافة مكونات جديدة أو مضافات على عمر الرف. ٢-تحديد تاريخ "استخدام بـ" بحيث يستطيع المستهلك أن يعرف وقت تخزين الناتج. ٣- أن يضمن أن الاغذية تقابل مايوحد على الروسم من حيث المغذيات وغيره.

وفى الأغذية غير المعاملة وغير المحفوظة فإن العوامل التى تحد من عمر الرف هى عوامل متعلقة بنمو الكائنات الدقيقة المفسدة بينما فى الأغذية غير القابلة للفساد تصبح العوامل الكيماوية والفيزيقية أكثر أهمية مثل تكوين روائح غير مرغوبة أو نكهات غير مرغوبة نظراً لتزنخ الأغذية المحمرة أو هجرة الرطوبة فى البسكويت أو أجون الخبز أو الكيك (الجدول ١).

جدول (١): العوامل التى تحد من عمر الرف فى بعض الأغذية

الغذاء	التقبل
خبز	نمو الفطر، فقد الرطوبة، الأجون
حبوب الأفطار	تكون التزنخ، إكتساب رطوبة/فقد الطزاجة والقصافة، فقد الفيتامينات
العجائن	فقد أو كسب الرطوبة، فقد اللون، إمتصاص روائح غير مرغوبة
أكلات خفيفة محمرة	تزنخ تأكدى وتحللى
الدواجن	
طازجة	نمو الممرضات، التجريح
مجمدة	تغير فى الخواص الحسية، تغير اللون/التزنخ، الإندغام، فقد الرطوبة
لحم طازج	نمو بكتيرى ، فقد اللون
السمك	تكسر بكتيرى
سمك مجمد	تأكسد الدهون، مسخ البروتينات (جَشَب)
منتجات لبنية ولبن	نمو بكتيرى ، وحلمأة الدهن، تغير النكهة
جيلاتى	تغيرات فى القوام، تأكسد الدهون
لبن مبخر	فقد الفيتامينات
صلصة السلطة	تكسر المستحلب، تغير اللون والنكهة

وتستخدم تعبيرات مثل "بع بـ" أو "احسن بـ" أو "استخدم بـ".

تصميم التجربة experimental design
يجب عمل تصميم بحيث يمكن تحليله إحصائياً والعينات يجب أن تمثل الدفعة كلها مع إدخال الأطراف extremes فى التجربة مع إختبار - على فترات منتظمة - أثناء الإنتاج خاصة بعد أى تغيير فى المكونات أو طريقة الإنتاج.
ويجب مراعاة :
- تأكيد الأنواع الرئيسية لفقد الجودة (الجدول ١)
- معرفة العوامل التى تضبط الجودة الأصلية أثناء الإنتاج مثل إستخدام مضافات.
- ظروف التخزين مثل درجة الحرارة ونسبة الرطوبة والضوء.
- نوع وخواص مواد التعبئة المستخدمة مثل نفاذيتها للأكسجين والضوء والرطوبة.
- حركية التفاعلات التى تؤدى إلى فقد الجودة.

مقياس التقبل acceptability criteria
تقبل الأغذية يعتمد على تفضيل المستهلك ولكن كل المستهلكين لهم الحق فى تقبل أغذية صحية لاتسبب أية أعراض وأن تكون جذابة وفى حالة غذائية غير متغيرة. ويمكن ذكر عوامل التقبل فى: غياب الكائنات الحية الدقيقة الممرضة وإنخفاض مستوى كائنات الفساد وغياب النكهة غير المرغوبة وغياب تدهور اللون والمظهر وغياب أى تغير فى القوام وقيمة غذائية عالية غير متغيرة.

طرق الإختبار methods of testing
أهم طرق الإختبار تتضمن طرق كيماوية أو فيزيقية وطرق عد الكائنات الحية الدقيقة والطرق الحسية. والطرق الكيماوية قد تكون طويلة فالطرق الحسية وطرق الكائنات الدقيقة أسهل.

الكائنات الحية الدقيقة microorganisms:
أول خطوة هى إختبار المنتج ليكون مضمونا أنه لايحتوى كائنات حية سامة وإنه خال من أى زعاف فالكائنات المسببة للتسمم مثل *Salmonella typhimurium* يمكن أن تحدد بنمو الكائن على وسط مختار ولكن النمو عادة بطىء والنتيجة لاتعرف إلا بعد ٣ - ٤ أيام ولكن يمكن الحصول على نتائج أسرع بإستخدام خواص بيوكيماوية للكائن.

الزعافات الكيماوية chemical toxins: وجود الزئبق والرصاص يمكن أن يحدد بإستخدام مطياف الإمتصاص الذرى atomic absorption sprectrophotometer والأفلاتوكسينات نتيجة نمو *Aspergillus flavus* على الحبوب تحدد بإستخدام الإستشعاع fluorescence وهكذا.

تغيرات النكهة flavour changes: يتضح من الجدول (١) أن عمر المواد الغذائية غير القابلة للفساد يحدده تغيرات فى النكهة أو الرائحة نتيجة تكون مركبات الكربونيل الطيارة فى تزنخ الدهون مما يؤدى إلى رائحة التزنخ. وهذه التغيرات يمكن تتبعها بطرق حسية أو بإستخدام تحليل

كروماتوجرافيا غاز الحيز العلوى حيث أن المواد الطيارة تساق إلى فرن مضبوط حرارياً بواسطة غاز خامل يحمل مركبات النكهة خلال عمود حيث يتم فصل إختيارى معتمداً على قطبية مواد الحشو (طور ثابت) والتركيب الجزيئى للمواد الطيارة.

وتحدد المواد الممتصة كقمم وهذه تعرف بمقارنة وقت الإحتفاظ بمعايير أو بازدواج كروماتوجرافيا الغاز مع مطياف كتلة.

ويمكن أن يقاس عامل مرتبط يتميز بنفس المعدل ولكن لايؤثر على عمر الرف مباشرة.

اللون color: التغير فى لون الأغذية كثيراً مايحد من عمر الرف. وإختبار سطح اللون أو لون عينة مجنسة جيداً يمكن أن يتم باستخدام مقياس لون colorimeter يعطى الناتج فى صورة قيم هنتر ل، أ، ب Hunter L, a & b أو بقياس درجة إبيضاض whiteness أو إحمرار redness أو إزرقاق blueness العينة أو تستخدم الطرق الحسية.

القوام texture: الخواص مثل التماسك firmness والطزاجة والقصافة crispness والعصيرية juiciness والمضغية chewiness يمكن قياسها كما يمكن قياس قوام بعض الأغذية مثل البسكويت والتفاح بإستخدام جهاز الانسترون Instron الذى يمكن تحويره لقياس النفاذية penetration والإمتدادية extensibility والقص shearing.

الخواص الحسية sensory methods: هذه يمكن أن تقسم إلى تأثيرية affective (تسأل عن رأى أو أفضلية) وتلك غير التأثيرية (أكثر موضوعية) مثل إعطاء تقييم لخاصية معينة. وبالنسبة لعمر الرف فمن المفضل إستخدام طرق التقييم. ويحسن أن يكون هناك هيئة تذوق تعطى نتائج يمكن تحليلها إحصائياً. وهذا يتطلب وضع فرض أنه لايوجد هناك فرق بين العينات حتى يمكن تقدير جوهرية النتائج وينصح بأن يكون هناك ١٠ أشخاص متمرنين فى هيئة التذوق. ويمكن أن ينظر للإختبارات الحسية بأنها تأخذ وقتاً وتكلفة ولكن لها ميزة أن عدة خواص تقاس فى نفس الوقت.

التنبؤ بعمر الرف prediction of shelf life

من أجل التنبؤ بعمر الرف بالنسبة لدرجة جودة الغذاء فإنه يجب معرفة معدل التدهور كدالة للعوامل البيئية. وفقد الجودة لمعظم الأغذية وجد أنه يتبع:

$$- \frac{د أ}{د ز} = ث أ^{ن} \qquad - \frac{dA}{dt} = k A^{n} \qquad (١)$$

حيث: أ = عامل الجودة الذى يقاس مثل مدى التغير غير الإنزيمى البنى A =

ز = الزمن t =

ث = ثابت يتوقف على درجة الحرارة ونشاط الماء k =

ن = الأس الذى يعطى ترتيب/رتبةالتفاعل n =

$\frac{د أ}{د ز}$ = هو معدل التغير فى أ مع الزمن (سالب : فقد فى أ. موجب : إنتاج مواد غير مرغوبة كنواتج نهائية).

مركبات الترتيب الصفرى

zero-order kinetics

ترتيب التفاعل ن n يعرف ما إذا كان المعدل يتوقف على قيمة أ A. وكثير من المواد الغذائية يفترض أنها تسلك مسلك حركية الترتيب الصفرى (ن = صفر $n = 0$) أى أن معدل الفقد ثابت تحت ظروف ثابتة من درجة الحرارة...الخ.

$$-\frac{د أ}{د ز} = ث \qquad -\frac{dA}{dt} = k \qquad (٢)$$

وهذا يمكن تكامله ليعطى

أ = أ$_{صفر}$ – ث ز $\qquad A = A_0 - k\,t$

أو

أ$_م$ = أ$_{صفر}$$^{-ث\, ز_س}$ $\qquad A_c = A_0^{-k t_s}$

حيث: أ$_{صفر}$ = قيمة الجودة الأصلية A_0

أ = قيمة الجودة عند الزمن ز A

أ$_م$ = قيمة أ عند نهاية عمر الرف A_c

ز$_س$ = عمر الرف باليوم أو الشهر أو السنة t_s

و أ يمكن تعريفها بالأجهزة أو بهيئة التذوق وإذا كانت أ$_{صفر}$ مفروض أنها ١٠٠٪ جودة و أ$_م$ مجرد تقبل فإن

ث = (أ$_{صفر}$ – أ$_م$) ÷ ز$_س$ = ١٠٠٪ ÷ ز$_س$ (٣)

$$k = (A_0 - A_c) / t_s = 100\% / t_s$$

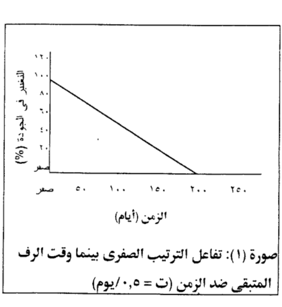
وعلى هذا الأساس يمكن أن يتنبأ بعمر الرف لأى غذاء عند درجة حرارة معينة إذا كان تغير قيمة الجودة عند زمن معين معروفاً. فمثلاً إذا كان غذاء معين قد فقد ٢٥٪ من جودته فى ٥٠ يوماً عندما يحتفظ به تحت ظروف معينة فإن معدل الفقد يكون:

ث = (أ$_{صفر}$ – أ) ÷ ز = (١٠٠ – ٧٥) ÷ ٥٠

= ٠,٥٪ فى اليوم (٤)

$$k = \frac{A_0 - A}{t} = \frac{100 - 75}{50} = 0.5\% \text{ per day}$$

كما أنه يمكن رسم مقدار زمن الرف المتبقى



صورة (١): تفاعل الترتيب الصفرى بينما وقت الرف المتبقى ضد الزمن (ث = ٠,٥/يوم)

وأنواع التفاعلات فى الأغذية والتى يعتقد أنها تعطى حركيات الترتيب الصفرى تتضمن التكسر الإنزيمى والتلون البنى غير الإنزيمى وتزنخ الدهون. ولكن حركيات الترتيب الصفرى هى مثال واحد فى تغير الجودة والقيمة لـ ن قد تكون من صفر إلى ٢.

حركيات الترتيب الأول first-order kinetics

كثير من الأغذية يتدهور بحركيات الترتيب الأول (ن = ١ $n = 1$) والتى ينتج عنها نقص أسى فى معدل التغير كلما نقصت الجودة. أى أن معدل فقد الجودة يتوقف مباشرة على الكمية المتبقية

$$- \frac{د أ}{د ز} = ث أ_{ز} \qquad - \frac{dA}{dt} = k A_1 \qquad (٥)$$

وبالتكامل

$$لن (أ_م/أ_{صفر}) = - ث ز_س \qquad \ln\left(\frac{A_e}{A_0}\right) = -k t_s$$

وتوقيع نصف لوغاريتمى لـ (أم/أصفر) ضد الزمن (ز) يعطى خطاً مستقيماً مع ميل ث.

و أنواع التدهور التى تتبع حركيات الترتيب الأول تشمل نمو الكائنات الحية الدقيقة (لحوم طازجة وسمك) وإنتاج الكائنات الدقيقة للنكهات غير المرغوبة وفقد الفيتامينات (أغذية معلبة ومجففة) وفقد جودة البروتين (أغذية مجففة).

تأثير ظروف البيئة

effect of environmental conditions

من الصعب أو غير المحتمل أن ظروف البيئة تستمر ثابتة أثناء التخزين بل إن إضطرابات فى درجة الحرارة ونسبة الرطوبة ووصول الأكسجين قد يحدث. ومن الممكن إدخال تأثيرات مثل هذه فى التبؤ بعمر الرف.

ومقياس لحساسية الأغذية لتغيرات درجة الحرارة يمكن أن يعرف بـ ك١٠ Q_{10} فى المعادن

ك١٠ = معدل التغير فى الجودة على درجة حرارة (د + ١٠ْم)

÷ المعدل عند درجة حرارة دْم (٧)

$$Q_{10} = \frac{\text{rate of quality change at temperature } (T + 10°C)}{\text{rate at temperature } T°C}$$

أو

ك١٠ = عمر الرف على دْم

÷ عمر الرف على (د + ١٠ْم) (٨)

$$Q_{10} = \frac{\text{shelf life at } T°C}{\text{shelf life at } (T + 10°C)}$$

وعموماً فإنه كلما إرتفعت قيمة ك١٠ كلما كان الغذاء أكثر حساسية لتغيرات درجة الحرارة كما هو مبين فى الجدول ٢.

جدول (٢): قيمة ك١٠ لبعض الأغذية.

نوع الغذاء	قيمة ك١٠	معيار إنتهاء عمر الرف
فقد طازج (cod)	٤,٤٠	نمو بكتيرى
لبن معقم	١,٧١	تغير النكهة
لبن مبستر	٢,٦٤	> ١٠^٦ وحدات تكوين مستعمرات/مل
بيض مبستر	٥,٣٧	فقير النكهة
بيض مجفف بالرشاش	١,٢١	٦٠٪ فقد فى فيتامين أ
مرجرين	١,٩١	٢٥٪ فقد فى فيتامين أ
فاصوليا كبد معلبة	١,٧٠	٢٠٪ فقد فى الثيامين

وطرق الحركيات المبينة أعلاه مع معرفة بتدهور الناتج كدالة للزمن يسمح بالتنبؤ بعمر الرف للأغذية تحت ظروف مختلفة. ومع ذلك يجب التنبيه أن هذه التقنيات التنبؤية تعطى معلومات تقريبية ولو أنها نافعة.

إختبارات عمر الرف المسرعة
accelerated shelf life tests

تستخدم إختبارات عمر الرف المسرعة عندما يكون من المتوقع طول عمر الرف لغذاء معين. ومن الإختبارات المستخدمة: التخزين على ٣٧°م ونسبة الرطوبة المحيطة وذلك لحبوب الإفطار؛ أو التخزين على -٥ أو -١٠°م مع دورات من التجميد والتيع للأغذية المجمدة؛ والتخزين على ٣٧°م لمدة ٢- ٤ أسابيع للأغذية المعلبة ... وغير ذلك. وقيم ك., يمكن إستخدامها لتحويل البيانات التى يحصل عليها من هذه الطرق إلى عمر رف داخلى عند درجة حرارة التخزين.

ومن أمثلة الإختبارات المسرعة تلك الخاصة بجودة الزيوت ومنها:

إختبار فرن شال Schaal oven test: عينة ٥٠- ١٠٠جم تسخن على ٦٣ أو ٧٠°م فى طبق مفتوح حتى يظهر التزنخ كما يبينه هينة تذوق أو إختبار كيماوى.

إختبار سلفستر Sylvester test: تسخن عينة من الدهن إلى ١٠٠°م ويتم متابعة أخذها للأكسجين وقد تمت تألية هذا الإختبار ومنه يعرف فترة الحث للزيت.

إختبار سويفت Swift test: يهوى الزيت على ٩٨°م وتقدر قيم البيروكسيد على فترات منتظمة للحصول على فترة الحث للزيت وتمت تألية هذا الإختبار بجهاز رانسيمات Rancimat والزيت يهوى والغازات تساق إلى أنبوب يحتوى ماء مقطر مع قياس توصيلية conductivity المحلول بين قطبى بلاتين. والإشارة الناتجة تُكَبَّر وتسجل لإعطاء بيان مرئى لتنمية الحث. (Macrae)

رقب

مراقبة الجودة **quality control**

أنظر: جودة

رقائق **wafers**

الرقائق تخبز على هيئة صفائح ومخروطات وعصى أو بأشكال كثيرة والخواص المميزة هى:

١- هى بسكويتات رفيعة جداً وعادة الثخانة مابين ‎< ١ و ٤ مم.

٢- القوام رقيق وطازج وقصف وأن الكثافة حوالى ٠,٢٥جم/سم^3 والشبكة مهواه جداً وهى غالباً من نشا مجلتن.

٣- السطوح ناعمة ومصنعة بإنضباط.

أنواع الرقائق الأساسية basic wafer types

هناك نوعان أساسيان: ١- من غير السكر أو بسكر منخفض: وهو لايحتوى على سكر أو السكر منخفض (سكروز) أو أى سكريات أخرى. وهو إما مسطح أو مجوف أو فى مخاريط مقولبة أو أشكال أخرى. ٢- رقائق عالية السكر ربما أكثر من ١٠٪ سكروز أو سكريات أخرى مسئولة عن لدانة الصفائح المخبوزة حديثاً. ويمكن تشكيلها فى أشكال عديدة قبل تبلر السكر. ومن الأشكال المثالية مخاريط السكر المقولبة وعصيان "الرقائق" وأشكال أخرى.

وفي كلا النوعين فإن المكون الأساسي هو دقيق القمح عادة. وطبخ أو خبز الرقائق بين أطباق معدن ساخنة وعرفت منذ العصور الوسطى وهي منتجات حبوب منخفضة الدهن.

وصفات الرقائق wafer recipes

قبل وضع وصفة للرقائق يجب أن نسأل سؤالين:

١- ماهو الإستعمال النهائي للرقائق؟ إذا كانت جزءاً من بسكويت مملوء بالكريمة ومغطى بالشيكولاتة حيث أن القضم أهم من الطعم فإنه يلزم إستخدام مكونات قليلة. إما إذا كانت ستستهلك مباشرة كرقائق خبز أو عصيان رقائق فإن وصفات متطورة تختار.

٢- أي أنواع المواد الخام متاحة؟ فدقيق القمح منخفض البروتين مع إمتصاص قليل من الماء تصلح خاصة مع رقائق من غير سكر. ويمكن إستخدام الدقيق الكامل وفي بعض الأحيان يستخدم الأرز أو الذرة. والجدول (١) يعطى بعض المكونات.

إنتاج الرقائق wafer production

الجدول (٢) يعطى خطين لإنتاج الرقائق.

❖ بسكويت الرقائق فى الصناعة

خلط المكونات: تصنع العجينة من الخلط لعدة دقائق وفيها يحدث ذوبان للمكونات الذائبة والمكونات الدقيقية يُعْمَلان فى معلق متجانس.

• **نقل العجينة والوضع:** من تنك التخزين تضخ العجينة إلى رأس مودع depositor وتبسط على قالب الخبيز.

جدول (١): مكونات عجينة الرقائق (أجزاء بالوزن، دقيق = ١٠٠).

المكون	سكر منخفض أو من غير سكر	سكر عالى
دقيق قمح	١٠٠	١٠٠
ماء	١٣٠ — ١٦٠	١٠٠ — ١٤٠
سكروز	صفر — ٤	٢٥ — ٧٠
مسحوق لبن	صفر — ٢	صفر — ٢
زيت أو دهن	٠.٥ — ٢	٢ — ٦
ليسيثين الصويا	٠.٢ — ١	٠.٢ — ١.٥
بيكربونات الصوديوم	٠.١ — ٠.٥	صفر — ٠.٣
ملح	صفر - ٠.٦٠	صفر — ٠.٦

جدول (٢): نظام إنتاج الرقائق.

	من غير سكر	سكر عالى
١	حفظ المكونات	خلط المكونات
٢	نقل العجين ووضعه	نقل العجين ووضعه
٣	خبز الفرن للصفحة/للفرخ	خبيز الفرن للصفحة/للفرخ
٤	إطلاق وتبريد	إطلاق وتشكيل
٥	تهيئة [أ]	تبريد
٦	الكريمية	الدهن
٧	التبريد والقطع	التعبئة
٨	التغطية والقولبة [أ]	
٩	تبريد [أ]	
١٠	تعبئة	

أ : اختيارية

• **مكونات صغرى يمكن إضافتها:** دقيق حبوب أخرى، دقيق الصويا، نشويات، سكريات أخرى، مسحوق كاكاو أبيض، بيكربونات أمونيوم، كارامل، خميرة منكهات وألوان.

• **خبيز الفرن:** يتم خبز صفائح الرقائق فى ملقطة tongs أى زوج من أطر حديد الزهر مع مفصلة hinge ومزلاج latch على الجوانب المتضادة. والأطر يمكن أن تحمل أشكال خاصة إلى عمق يبلغ ٢٠مم تقريباً. وهذه تسمى الرقائق المجوفة. والأطر تحاط حروفها بشريط معدنى لإعطاء قولب خبيز مقفول فيما عدا قنوات للتهوية. والأطر يصل حجمها إلى ٣٥٠ × ٧٥٠ مم وأفران الرقائق يمكن أن يكون بها ٣٢ إلى ١٢٠ من هذه الأطر المزدوجة تدور بإستمرار على سلسلة وهى تسخن بالغاز أو الكهرباء وتعمل على درجات حرارة من ١٦٠°م – ١٨٠°م.

• **الخبيز:** تقفل القوالب بعد وضع العجينة بثوان قليلة. وفى أول الأمر توزع العجينة batter ميكانيكياً ثم تبسط بواسطة البخار الذى يتولد. وتنبثق فقاعات صغيرة من العجينة عندما يزداد الضغط ثم يبتدىء بعد ذلك تهوية العجينة وجلتنة النشا مباشرة. وعندما يتم التبخر من خلال منتجات التهوية فإن درجة حرارة "الحالة" الزجاج glass temperature لشبكة الرقائق ترتفع والتركيب الثابت يتكون وقد تصل درجة حرارة الرقيقة إلى ١٦٠ – ١٨٠°م وهى درجة حرارة قالب الخبيز وهنا يتكون اللون والنكهة بتفاعل مايارد Maillard وكل وقت الخبيز لايتعدى ١,٥ – ٢,٥ ق تبعاً لسمك الرقيقة ودرجة حرارة الخبيز.

وأثناء عملية الإنتاج فإن لايوجد تكسير كبير فى جزيئات النشا إذا ماقورنت بالحبوب المثوقة ولذا فالرقائق لها تركيبان: ١- أقصى مايمكن من الطزاجة والقصافة، ٢- شعور فم جيد أثناء المضغ الطويل والبلع نظراً لغياب المنشط الجلوتينى الملتصق.

• **الإطلاق والتبريد release & cooling:** عند نهاية الفرن فإن الأطر تفتح لإطلاق الصفائح المخبوزة ويبسط العجين الطازج ثم تقفل الأطر مرة أخرى بسرعة. والصفائح تبرد إلى درجة حرارة الغرفة بينما تمر فى مبرد للصفائح شكله شكل قوس.

• **التهيئة conditioning:** بعد الخبز فإن محتوى المياه يكون أقل من ١٪ ولذا فالرقائق تمتص رطوبة بسهولة جداً. ومع أخذ المياه فإن إبعاد الصفائح تزيد تقريباً ٠,٢٪ لكل ١٪ ماء زيادة. وللتعويض عن نشاط الماء المنخفض فإن تهيئة الماء إلى ٣٪ – ٤٪ قد يحدث. ويوصى خاصة إذا كانت رقائق مغطاه بالشيكولاتة أن يسمح بهذه الزيادة (فى البعد) حتى يمكن تجنب التشقق فى الغطاء أثناء عمر الرف.

وحتى نسبة ماء ٥ – ٦ ٪ فإن الرقائق يكون لها قوام مثالى طازج وقَصِف ولكن عند مستويات أعلا من الماء ينتج عنه قوام طرى وخَشِب وغير كاف ونَدِىْ soggy.

• الكريمية creaming & book buttoning: ثم تمر الصفائح في عملية الكريمية حيث توضع طبقة كريمة على جانب واحد. ويستخدم كريمة من سكر ودهن مع نكهات مختلفة بندق وشيكولاتة وكرامل ولبن وفواكه على درجات حرارة ٣٠ - ٤٠°م وعدة صفائح بالكريمة مع صفحة في القمة تعامل بالكريمة يكونون "كتاب الرقائق".

• التبريد والقطع cooling & cutting: إن كتب الرقائق المبردة تقطع بالسلك "والمنشار" إلى بسكويتات صغيرة.

• التغطية/التلبيس والقولبة والتبريد enrobing or moulting & coating: قد يغطى البسكويت المقطوع بالشيكولاتة أحياناً بعد إضافة نقل مكسر فوق الرقيقة. والقولبة في شيكولاتة هي إحدى الإحتمالات. وبعد التبريد النهائي يكون البسكويت معداً للتعبئة.

• التعبئة packaging: يجب تعبئة البسكويت بإحكام للمحافظة عليه من الرطوبة وكذلك الأكسجين والضوء لضمان عمر رف من ٦-٩ أشهر.

تصنيع مخاريط الرقائق المقولبة
manufacturing of moulded wafer cones

هذه لها محتوى سكري متوسط عادة ٢٠ جزء سكر لكل ١٠٠ جزء دقيق. وتصنع المخروطات والأكواب وغير ذلك بواسطة قوالب والجزء الأسفل من القالب يصنع من نصفين متماثلين فهو يفتح لإطلاق المخروطات المخبوزة وبعد قفلها تأخذ عجيناً جديداً - والقلب وهو الجزء الأعلا من القالب - يقفل القالب لدورة جديدة من الخبيز.

تصنيع مخروطات الرقائق الملفوفة
manufacturing of rolled wafer cones

"مخروطات السكر" تحتاج إلى تركيز أكثر من ٢٥٪ سكروز أو أي سكر آخر والشكل يحصل عليه بلف صفائح الرقائق وهي لازالت ساخنة. وهي تشبه الرقائق بدون سكر فيما عدا أن الصفائح المستديرة أو البيضاوية تخبز وألواح الخبيز لاتقفل بواسطة شرائط. ثم بعد الخبيز تخرج آلياً من اللوح المنافس وتلف rolled مباشرة على قوالب لعمل المخروط النهائي والسكر المنصهر يعمل كملدن. وتعمل سلسلة من أنبطة اللف باستمرار فتزال الصفائح وتلف وتطلق ...الخ. ثم تمر المخروطات خلال جهاز تبريد حيث يحدث أعادة تبلر السكر لإعطاء قوام قوي وقصف ثم تعبأ. وقد يعمل مخروط من ورق ويعبأ فيها الجيلاتي بعد رشها بالشيكولاتة وملئها.

تصنيع عصيان الرقائق الملفوفة
manufacturing of rolled wafer sticks

هو من الرقائق العالية في السكر وتستهلك مباشرة أو تملأ كريمة وقد تغطى. وفي هذا تنتج حزمة رقائق وتلف مباشرة وهي ساخنة لعمل أنبوبة لانهائية. ويمكن ضبط قطر وطول العصيان وكذلك عدد صفائح الرقائق الرفيعة جداً والتي تكون جدران العصيان، كل منها على حدة. والرقائق الملفوفة طرية جداً ورقيقة ولها قوام متميز. وداخلها يمكن تغطيته بالشيكولاتة أو ملؤه بالكريمة في أثناء عمل الأنابيب. (Macrae)

الأسماء: بالفرنسية pain à cacheter، وبالألمانية Waffel، وبالايطاليـــــة cialda، وبالأســـــبانية barquillo. (Stobart)

ركز

تركيز concentration

أنظر: أغشية

رمان pomegranate

الإسم العلمى *Punica granatum*

الفصيلة/العائلة: آسية

Punicaceae (pomegranate)

بعض أوصاف

الشجرة صغيرة وعليها أشواك كثيرة متساقطة الأوراق ولها أوراق رمحية غير لامعة مطاولة إلى أهليلجيــة ١-٢ بوصة أو أكثر والأزهار براقة حمراء برتقالية ١-١,٥ بوصة فى القطر والثمار عِنَبيَّة لونها أصفر-بني إلى محمرة وفى حجم البرتقال ومقسمة إلى أقسام مستديرة وبها كثير من البذور فى لب وردى أو أحمر وحمضى أو غير منتظمة. (Everett)

وهو حامضى قابض.

ويعمل منه شراب وجرينادين.

والبذور المجففة من الأصناف الحمضية تنشر على أطباق اللحم فى الشرق الأوسط. وتنمو الأصناف من غير ذات البذرة ولكنها غير مفضلة. واللـب العصيرى أروماتى ومنعش. ويستخدم عصير الرمان فى أطباق الفراخ واللحم فى إيران. والعصــير يحتوى على كثير من التانين ويقلل منه باضافة الجيلاتين الذى يتفاعل مع التانين ويرسب ويرشح وهو يحتفظ بنفسه فى الثلاجة لمدة أسابيع ويعمل منه مربى وجيللى وشراب. (Stobart)

القيمة الغذائية

كل ١٠٠ جم تحتوى على ٨٢,٣٪ رطوبة وتعطى ٦٣,٠ سعراً وبها ٠,٥ جم بروتين، ٠,٣ جم دهن ١٦,٤ جم كربوايدرات ، ٠,٢ جم ألياف، ٣,٠ مجم كالسيوم ، ٨,٠ مجم فوسفور، ٣,٠ مجم صوديوم، ٢٥٩ مجم بوتاسيوم، ٣٠,٠ مجم خارصين، ٤,٠ مجم فيتامين ج، ٠,٠٣ مجم ثيامين، ٠,٠٣ مجم ريبوفلافين، ٠,٣٠ مجم نياسين، ٠,٦٠ مجم حمض بانتوثينيك. (Ensminger)

الأسمـــاء: بالفرنســية grenade، وبالألمانيـــة Granatapfel، وبالإيطاليـــــة melagrana. وبالأسبانية granada. (Stobart)

رنجة herring

الإسم العلمى: شمال الأطلنطى

Clupea harngus (north Atlantic)

الباسفيكى *Clupea pallasii* (Pacific)

بعض أوصاف

الجسم أعمق مما هو ثخين وطولها خمس مرات قدر ثخانتها والجزء الأعلا من الجسم أخضر-أزرق غامق أو أزرق الصلب. والخرطوم snout أزرق مسود والجانبان والبطن فضيان. والفك الأسفل يبرز قليلاً عن الأعلا وهناك زعنفة ظهرية واحدة قصيرة وزعنفة بقرب الذيل وزعنفة ذيل مقسومة بعمق والجسم مغطى بقشور كبيرة رفيعة مفككة loosely

والفم كبير ويحتوى أسنانا صغيرة ضعيفة. ويبلغ الطول من ٢٣٠مم – ٣٠٠مم.

تاريخ الحياه

عندما تبلغ الرنجة تتحرك نحو مكان التكاثر عندما تبتدىء غدد اللقاح milt والبطارخ roe فى الزيادة وتجتمع فى المياه الشاطنية وتضع أنثى الرنجة على قاع البحر فى الماء بعمق ١٠ – ٨٠ م وتضع كل أنثى من ٢٠٠٠٠ – ٤٠٠٠٠ بيضة ويلقحها الذكر فى الماء والبيض حوالى ١مم فى القطر ويحدث التحضين فى مدة ١٠ – ٣٠ يوما تبعا لدرجة الحرارة ولكن عادة من ١٤ – ٢٠ يوما وصغار السمك حوالى ٦ – ١٠مم فى الطول وتمشى مع التيار. وعندما تبلغ ٤٠ مم فى الطول فإنها تبتدىء فى تكوين قشور وتترك أماكن رعى الصغار بعد حوالى سنتين. وهى تأكل المعلقات.

التداول والنقل handling & transport

هى أسماك سريعة الفساد لذا يجب إعدادها بسرعة وهى تبرد بسرعة أو تجمد بأن توضع فى تنكات بها ماء بحر مبرد وفى حالة التجميد تستخدم مجمدات طبقية رأسية. وقد تقلب فى "السفينة الأم". ويخزن المجمد على -٣٠°م مع حمايتها من الجفاف والأكسدة بالتقشيع glazing والتعبئة. ووقت الحفظ هو كمايلى:

١- الرنجة غير مزالة الأمعاء وبها محتوى دهنى متوسط تستمر فى حالة جيدة لمدة حوالى ١٠ ساعات على ١٥°م وتتلف فى ٣٠ ساعة.

٢- الرنجة التى توضع فى كثير من الثلج أو فى ماء بحر مبرد تستمر فى حالة جيدة لمدة ٢ – ٣ أيام وتصبح غير مقبولة بعد ٥- ٦ أيام ونسبة الدهن فى الرنجة مهمة فهى تبقى لمدة أقل كلما إرتفعت نسبة الدهن (٢٠٪).

٣- الرنجة المجمدة تستمر فى حالة جيدة على -٣٠°م لمدة سبعة أشهر أو أكثر.

المعاملة

السوق للرنجة الطازجة محدود ولكن المدخنة مثل مملحة و/أو مدخنة kipper, bloater, red herring or buckling محبوبة. تقليديا تملح ١٠٪ (وزن/ وزن) ثم تدخن بشدة للسماح بإمكان تخزينها على درجة حرارة الغرفة ولكن الآن تملح ٢ – ٣٪ والتدخين للخواص الحسية مع تجنب النكهات الغريبة أو التلون الناتج عن التحلل الذاتى للمعدة أو إنفجارها. والجدول(١) يعطى بعض الأحماض الدهنية فى زيت الرنجة.

جدول (١): بعض الأحماض الدهنية فى زيت الرنجة

الحمض الدهنى	النسبة	الحمض الدهنى	النسبة	الحمض الدهنى	النسبة
ك١٤: صفر	٤,٦ – ٨,٤	ك١٨: ١	٩,٣ – ٢٥,٢	ك٢٠: ٥	٣,٩ – ١٥,٢
ك١٦: صفر	١٠,١ – ١٨,٦	ك١٨: ٢	٠,١ – ٠,٦	ك٢٢: ١	٦,٩ – ٣٠,٦
ك١٦: ١	٦,٢ – ١٢,٠	ك١٨: ٣	صفر – ١,١	ك٢٢: ٥	٠,٣ – ١,٣
ك١٨: صفر	٠,٧ – ٣,١	ك١٨: ٤	١,١ – ٢,٨	ك٢٢: ٦	٢,٧ – ٧,٨

الأسماء: بالفرنسية hareng، وبالألمانية Hering،
وبالإيطالية aringa، وبالأسبانية arenque.
(Stobart)

laurel/sweet bay رند/غار

الإسم العلمى	*Laurus nobilis*
الفصيلة/العائلة: الغارية/الرندية	Laureaceae

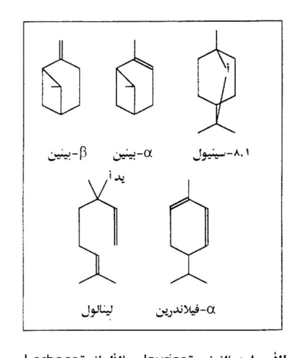
بعض أوصاف

الأوراق رمحية مستدقة الطرف، ١٠سم أو أكثر فى الطول جلدية (متينة كالجلد) منقطة coriaceous، pollucid punetate ملتفة إلى الوراء novalite والسطح العلوى أملس glabrous ولامع ولونه أصفر زيتونى إلى بنى والسطح الأسفل زيتونى كامد إلى بنى مع عروق بارزة والورقة لها أدمة cuticle سميكة والخلايا البشرية لها جدر متعرجة sinuous مخرمة وسميكة والجدر البشرية السفلى منحنية وخلايا النسيج الوسطى مقسمة إلى قسمين: نسيج عمادى: منطقة من بارنشيما أسفنجية تحتوى خلايا إحتياطى زيت مستديرة وحزم وعائية ليفية كلنشيمية، والأخيرة توجد أعلا وأسفل الحزم الوعائية فى العروق الوسطى ولكن ليس فى العروق. وهى ذات رائحة خاصة عندما تسحق والطعم مر وأروماتى.

(Macrae)

تركيب الزيت

٥٠-٧٠٪ ١،٨-سينيول 1,8-cineole، α-بينين α-pinene، β-بينين، α-فيلاندرين α-phillandrine، لينالول linalool.



الأسماء: بالفرنسية laurier، وبالألمانية Lorbeer،
وبالإيطالية lauro، وبالأسبانية laurel.
(Stobart)

rutabaga/swede/ turnip-rooted cabbage روتاباجا

الإسم العلمى	*Brassica napus* L. var *napobrassica pete*
الفصيلة/العائلة: الصليبية	Cruciferae

بعض أوصاف

تعتبر من المحاصيل الجذرية ويزرع الروتاباجا سنوياً كمحصول علف ويعتبر أنه هجين مابين اللفت *Brassica rapa* والكرنب *B. oleracea* وهى لها شكل كروى مطاول مع رقبة متضخمة تحمل آثاراً من أوراق. واللحم أبيض أو أصفر برتقالى ولها نكهة أخف ونسبة سكر أعلا من اللفت. ويمكن للجذر أن يكون أنثوسيانين و/أو كلوروفيل

حيث يكون ـ.عرضا للضوء مما يعطى ألوانا من خضراء لارجوانى خفيف أو ثقيل وبرتقالى. والروتاباجا التى لها قمة خضراء أقلها ولكنها أحسنها فى البقاء والعكس صحيح بالنسبة لذات القمة الارجوانية. وتعطى حوالى ٣٢ طن/ هكتار وقد تصل إلى ٦٨ طن/ هكتار.

المناولة والتخزين handling & storage

تزرع الروتاباجا فى مارس إلى نهاية يونيو وتكون معدة للحصاد بعد ١٥ - ٢١ أسبوعاً. وهى تجمع إما باليد أو ميكانيكياً وتشذب الرقبة باستنصالها. وللتعبئة يتطلب الأمر جذوراً صغيرة مابين ٨٠ - ١٥٠مم ويبدأ التخزين فى الخريف فى أكوام تغطى بالتربة أو القش وتستخدم فى التسويق طول الشتاء. وحديثاً توضع فى قواديس وتحاط القواديس ببالات القش ويمكن ترك المحصول فى الحقل وجمعه كلما يحتاج الأمر. وهو يؤكل كخضر وقد يعلب أو يخلل.

القيمة الغذائية

الجزء المأكلة: ٧٣٪ وكل ١٠٠جم بها ٩١،٢٪ ماء، ٠،١١ جم نتروجين كلى، ٠،٧ جم بروتين، ٠،٣ جم دهن، ٥،٠ جم كربوايدرات ويعطى ١٠١ سعراً وبه ٠،١جم نشا، ٤،٩ جم سكريات كلية، ١،٦ جم ألياف غذائية، ١٥ مجم صوديوم، ١٧٠مجم بوتاسيوم، ٥٣ مجم كالسيوم، ٩ مجم مغنيسيوم، ٤٠ مجم فوسفور، ٠،١ مجم حديد، ٠،٠١ مجم نحاس، ٠،٣ مجم خارصين، ٣٩ مجم كبريت، ٣١ مجم كلوريد، ٠،١ مجم منجنيز، ١ مجم سيلينيوم، ٣٥٠ ميكروجرام كاروتين، وفيتامين نى آثار، ٠،١٥ مجم ثيامين وآثار من الريبوفلافين، ١،٢ مجم نياسين، ٠،٢١ مجم فيتامين ب٦، صفر مجم فيتامين ب١٢، ٣١ ميكروجرام فولات، ٠،١١ مجم حمض بانتوثينيك، ٠،١ ميكروجرام بيوتين، ٣١ مجم فيتامين ج.

(Macrae)

الأسماء: بالفرنسية chou navet ،rutabaga. وبالألمانية Staeckrube، وبالإيطالية rapa svedere، وبالأسبانية raba sueco.

(Stobart)

روتين rutin

هو كويرسيتين-٣-روتينوسايد quercetin-3-rutinoside

ووزنه الجزيئى ٦١٠،٥١ يوجد فى كثير من النباتات وخاصة فى الحنطة السوداء *Fagopyrum esculentum* Moerick (من العائلة بطباطيات Polygonaceae) وهو يعزل كابر صفراء باهتة من الماء ويغمق تدريجياً بالتعرض للضوء والبلورات تحتوى ٣ جزيئات ماء ويصبح لامائياً بعد ١٢ ساعة على ١١٠°م، ١٠مم زئبق. والصورة اللامائية يصبح بنياً على ١٢٥°م ويصبح لدناً على ١٩٥-١٩٧°م وينهدم على ٢١٤-٢١٥°م مع فوران effervescence.

$[\alpha]_D^{23}$ + ٨٢ز١٣ فى الإيثانول وهو مسترطب والجرام منه يذوب فى ٨ لتر ماء وحوالى ٢٠٠ مل ماء يغلى و٧ مل ميثانول يغلى. ويذوب فى البيريدين والمذيبات القلوية وقليل الذوبان فى الكحول والأسيتون وخلات الإيثايل وتقريباً عديم

الذوبان فى الكلوروفورم وثانى كبريتيد الكربون والإيثير والبنزين والمذيبات البترولية. ومحاليله المخففة تعطى لوناً أخضر مع كلوريد الحديديك. وهو يحمى الأنابيب الشعرية.

(Merck)

راح

aroma/odour رائحة

إن الشم olfaction هو أحد حِسَّيْن كيماويين فى الإنسان والآخر هو المذاق. وقد عُرفت الرائحة بأنها الإحساس خلال الجهاز الشمى الموجود فى التجويف الأنفى ببعض المواد المتطايرة وأن العبير aroma هو تلك الرائحة السارة. ولما كان الجهاز الحسى حساس جداً فإن تركيز المركبات الطيارة فى الأغذية والذى يساهم فى العبير قد يكون صغيراً جداً.

الشم olfaction

المستقبلات الحسية توجد فى الظهار epithelia الشمى: بقعتان فى الغشاء المخاطى فى تجويف recess (مرتجع) الممر الأنفى (صورة ١) وإستجابة هذه المستقبلات للجزيئات المحمولة مع الهواء يحدد رائحة المادة. فالجزيئات الحاملة للرائحة والتى تدخل الأنف تجد طريقها للظهار الشمى حيث تتصل مع أهداب cilia (شعر) على خلايا المستقبل وهذه تنتج إشارة كهربية تنتقل فى ألياف العصب إلى العضلة الشمية ومنها للمخ. وهناك ١٠^٧ خلايا مستقبل شمى فى أنف الإنسان (الكلاب عندها ١٠٠ مرة أكثر مستقبل وبالتالى فهى أكثر حساسية فى الجهاز الشمى).



صورة (١): قطاع فى التجويف الأنفى والفمى يظهر الجهاز الشمى.

والشم يلعب دوراً أساسياً فى إستقبال نكهة الأغذية والمشروبات بالرغم من أن المركبات الكيماوية التى تنشط إستقبال الشم هى كمياً مكونات صغيرة جداً فعند أكل الطعام فإن المذاق والشم يؤثران معاً لإعطاء الحساسية الموحدة للنكهة. فعبير المادة الغذائية لايحس به فقط فى الهواء المستنشق، فالغذاء عندما يكون فى الفم فإن حاملات الرائحة odorants تستطيع أن تصل إلى المستقبلات الشمية بواسطة الطريق الخلفى للأنف وتدخل التجويف الأنفى بمثل الطريق الذى يدخله الزفير.

حساسية الرائحة

إن حساسية الرائحة أكثر حساسية من الحساسية بالمذاق يعامل ١٠^٦ – ١٠^٩ وعدد كبير من حاملات الرائحة يمكن معرفته وعلى ذلك فالعبير يلعب دوراً مهماً فى رسم خواص النكهة. وعدم المقدرة على تمييز النكهات عادة يتصل بفقد حاسة الشم anosmia أكثر منه بفقد حاسة المذاق ageusia.

وقد اقترح أن قدح خلية عصبية واحدة فى الجهاز الشمى للإنسان بواسطة عامل للرائحة قد يتطلب ٨ جزيئات، وأن ٤٠ جزيئاً تكفى لأن تحدث إحساساً يُعْرَف. فإذا افترض أن ١ من ١٠٠٠ جزىء تدخل التجويف الأنفى تصل إلى موقع المستقبل فإن حد التَعَرُف فى الشم يكون ٤٠٠٠٠ جزىء أو ١٠^-١٩ جزىء mol وهذا مستوى أكثر فى الحساسية عن الأجهزة التحليلية المستخدمة الآن.

ومدى عتبات الرائحة الذى تظهره عوامل الرائحة يمتد على الأقل ١٠ مرات قدر القيمة (الجدول ١).

ومركب من أقل المركبات عتبة هو ثانى كبريتيد بيس (٢-ميثايل-٣-فيوريل)

bis-(2-methyl-3-furyl) disulphide

والذى له رائحة لحم ويمكن تحديده فى تركيز جزنين فى ١٠^١٤ جزء من الماء. وفى النهاية الأخرى من المدى على الأقل ١ مجم من الإيثانول يحتاج لوجوده فى ١٠ مل من الماء حتى يمكن تحديده بشم المحلول.

جدول (١): عينات الرائحة لبعض مركبات العبير فى محلول مائى.

المركب	العتبة أجزاء فى ١٠^٩ (ميكروجرام/لتر)
ايثانول	١٠٠٠٠٠
٥،٢-ثانى ميثايل بيرازين	١٨٠٠
حمض البيوتريك	٢٥٠
ليمونين	١٠
هكسانال	٥
ايثيل-٢-بيوتيل بيوتارات	١
ميثانيثيول	٢ × ١٠^-١
β-ايونون	٧ × ١٠^-٣
٢-ايزوبيوتيل-٣-ميثوكسى بيرازين	٢ × ١٠^-٣
ثانى كبريتيد بيس-ميثيل-٣-فيوريل	٢ × ١٠^-٥
٦،٣،٢-ثلاثى كلوروانيسول	٣ × ١٠^-٧

طبيعة مركبات العصير الكيماوية فى الأغذية

chemical nature of aroma compound in foods

مدى الأقسام الكيماوية التى تساهم فى نكهات الأغذية يختلف بإختلاف التركيب الكيماوى والخواص الفيزيقية ويشمل مركبات اليفاتية دهنية حلقية alicylic أروماتية ومركبات حلقية غير متجانسة heterocyclic compounds. وكل

مركبات العبير متطايرة الى حد ما ولكن هذا بسد من غازات ثابتة إلى مركبات لها ضغط بخارى بسيط جداً ووزن جزيئى حتى ٣٠٠. وتحليل المكونات المتطايرة المتعلقة بالأغذية والمشروبات يبين أن معظمها تحتوى مخلوطات من مركبات متطايرة مختلفة والتى عادة تحتوى على مجموعات وظائفية واحدة أو أكثر. وفحص مباشر يبين أن أكثر من ٦٠٠٠ مركب متطاير توجد فى الأغذية والمشروبات وأن الأعداد المتصلة بالأغذية المطبوخة المعقدة مثل القهوة واللحم يزيد على ١٠٠٠. وهذه المركبات قد تكون موجودة فى أغذية مختلفة. ومساهمة أى مركب فى العبير المميز لغذاء معين يعتمد على عدد من العوامل من بينها: خاصية الرائحة، التركيز فى المنتج، عتبة الرائحة، الضغط البخارى، الإمتزاز adsorption على شبكة الغذاء،التفاعل مع المكونات الأخرى، التآزر مع المواد المتطايرة الأخرى.

قيمة العتبة threshold value

أقل تركيز لمركب ما ليمكن التعرف على رائحته يسمى عتبة الرائحة odor threshold (عتبة التعرف recognition threshold) أما عتبة التحديد/الإستبيان detection threshold فهى أقل تركيز يمكن تحديده/إستبيانه. وإن كانت قيمة العبير aroma quality لايمكن تعيينها establish بدون غموض.

وتركيزات العتبات thresholds (قيم values) لمركبات العبير تتوقف على ضغط البخار والذى يتأثر بدرجة الحرارة والوسط medium والقيم ماير يجب بصريقه التحليل و/أو أداء هيئة الإختبار sensory panel.

قيمة العبير aroma value

يمكن حساب قيمة العبير لمركب من المعادلة:

$$أ_س = \frac{ر_س}{ع_ر} \qquad A_x = \frac{c_x}{a_x}$$

حيث: $ر_س$ = تركيز المركب س فى الغذاء

c_x = concentration of compound x in food

$ع_ر$ = عتبة الرائحة لمركب س فى الغذاء

a_x = odor threshold of compound x in food (Beltız)

وبعض المواد المتطايرة مثل الايدروكربونات الأليفاتية عبيرها قليل وهى لاتساهم فى نكهات الغذاء بينما مركبات أخرى تحدد عبير بعض الأغذية (بنزالدهيد- اللوز، ٢-شبيه البيوتيل-٣-ميثوكسى بيرازين-الفلفل الجرس bell pepper، سترال-الليمون lemons) ومع ذلك فعبير كثير من الأغذية يعتمد على مساهمة من مخلوط معقد للمواد المتطايرة والتى تنتمى لأقسام كيماوية مختلفة.

تحليل مواد العبير المتطايرة
analysis of aroma volatiles

فى محاولة لفهم طبيعة هذه المركبات والتى تميز عبير مختلف الأغذية فإن علماء النكهة حاولوا تحليل المركبات المتطايرة فى عديد من مختلف الأغذية فهم حاولوا إستخلاص المواد المتطايرة من شبكة الغذاء ومعرفة تركيزها وفصلها. وتحديد المكونات بالطرق المستخدمة تحتاج أن تستخلص

كل المكونات المتطايرة وأن يحتفظ بها فى نفس النسب الموجودة فى الغذاء الأصلى. والمدى الواسع لعتبات الرائحة يمكن أن ينتج فى أن عدداً صغيراً من المكونات يعمل مساهمة كبيرة فى العبير بينما المكونات الكبيرة قد لايكون لها جوهرية حسية. وعلى ذلك فالعزل الناجح وتحديد المكونات الصغرى والتى لها جوهرية عبيرية هو أحد التحديات الهامة فى تحليل العبير (الجدول٢).

جدول (٢): مراحل تحليل متطايرات العبير.

المرحلة	تقنيات التحليل
العزل والتركيز	الحيز العلوى، التقطير، الإستخلاص، الإمتزاز
الفصل	كروماتوجرافيا الغاز، كروماتوجرافيا السائل
التعرف والتحديد	كروماتوجرافيا الإحتفاظ، مطياف الكتلة، مطياف الأشعة فوق الحمراء، طرق وأجهزة أخرى، تخليق كيماوى
التخليق الحسى	كروماتوجرافيا الغاز لتقدير باب الرائحة GC odor-port، هيئة التذوق

عزل وتركيز متطايرات العبير
isolation & concentration of aroma volatiles

إن مكونات الغذاء والتى هى مسئولة عن العبير توجد فى كميات صغيرة جداً إذا ماقورنت بالمكونات الرئيسية والتى عادة من أهمها الماء. وأول خطوة فى تحليل العبير هى الحصول على مستخلص المواد المتطايرة فى الغذاء بكمية كافية لإمكان فصل ومعرفة المكونات ذات الجوهر العبيرى مع المحافظة على خواص العبير المتخصصة للغذاء. وقد تم تطوير تقنيات للعزل كلها مبنية على إستخدام الطبيعة المتطايرة لمركبات العبير لفصلها من شبكة الغذاء.

تحليل الحيز العلوى headspace analysis: إن تركيز المواد المتطايرة فى بخار الحيز العلوى فوق الغذاء أو المشروب يكون صغيراً جداً ولكن يحتوى على مخلوط ممثل لهذه المركبات التى تساهم فى العبير المنتج وبالتالى فإن تحليل الحيز العلوى يستطيع أن يعطى أحسن طريقة للحصول على عينة ممثلة لعبير الغذاء. وهو يعطى حجم الأبخرة أعلا عينة غذاء والتى يمكن تقديمها لعمود كروماتوجرافيا الغاز ولكن هذه التقنية تستخدم قليلاً جداً لأن المواد المتطايرة ليست موجودة بتركيز كاف ولأن الماء من العينة يتدخل. ويمكن تركيز المواد المتطايرة فى الحيز العلوى بواسطة دفع تيار من غاز خامل (نتروجين أو هليوم) فى الحيز العلوى وتكثيف المواد المتطايرة فى سلسلة من مصايد باردة فى ماء مثلج أو ثانى أكسيد الكربون الصلب أو النتروجين السائل. وإستخلاص المكثف بواسطة كمية صغيرة من مذيب مناسب يعطى مستخلص عبير مناسب للتحليل الكروماتوجرافى. وبدلاً من إستخدام مصائد باردة فإن المواد المتطايرة يمكن أن تجمع على مواد إمتزاز مناسبة suitable adsorbents.

طريقة الإمتزاز adsorption methods: إن مقدرة بعض سطح المواد الصلبة على إمتزاز

الجزيئات العضوية للمواد الطيارة يستخدم كثيراً في تحليل مركبات العبير في الأغذية والمشروبات. وأول هذه الكيماويات التشاركول المنشط activated charcoal ولكن مثله المبلمرات ذات الثغور: كروموزورب وباروباك وتيناكس chromosorb, porapak & tenax وهي تمتص المواد المتطايرة ولكن ليس لها إلا ميل قليل للماء والكحولات ذات الأوزان الجزينية المنخفضة. فتدفع المواد الطيارة من وعاء زجاجي يحتوى العينة بإستخدام غاز خامل منقى مثل الهليوم أو النيتروجين والذى يحمل المواد المتطايرة إلى أنبوب صغير يحتوى مادة الإمتزاز. وكمية الممتز قد تختلف من ١٠-٢٠٠ مجم ويمكن إستخدام كميات صغيرة من التشاركول لأن له خواص إمتزاز ممتازة. وزمن التجميع قد يختلف من بضع دقائق إلى عدة ساعات ولكن بروفيل profile المواد المتطايرة يتغير مع تغير وقت التجميع وطبيعة الممتز. وقد تم عمل جهاز يتضمن مضخة تدير دائماً غازات الحيز العلوى خلال مصيدة (عادة تشاركول) لتحليل الماء ولكنها استخدمت أيضاً في تحليل المواد المتطايرة في الأغذية.

وإزالة المواد المتطايرة الممتزة للتحليل الكروماتوجرافى يمكن أن يحدث حرارياً أو بالإستخلاص بالمذيبات. والمبلمرات ذات الثغور تستطيع الثبات ضد الحرارة أحياناً إلى ٣٠٠°م. والمواد المتطايرة الممتصة يمكن فك إمتصاصها بتسخين المبلمر تحت تيار الغاز وتجميعها في أنبوب يبرد لتحلل فيما بعد. أو أن المواد المتطايرة يمكن أن يفك إمتصاصها مباشرة على عمود كروماتوجرافيا الغاز بوضع مصيدة الممتز في باب حقن محور مخصوص specially modified injection port. وبذا نتجنب فقد المكونات أو التخفيف غير الضرورى. وتبريد مقدم العمود (التاثير التجميدى cryofocusing) بواسطة ثانى أكسيد كربون صلب أو نتروجين سائل أثناء فك الإمتصاص desorption يتجنب أى فقد في الإنحلال الكروماتوجرافى chromatographic resolution ويتم الإستخلاص بالمذيب بإمرار كمية صغيرة من المذيب خلال الممتز في المصيدة. وتركيز المحلول المتجمع بواسطة التبخير الحذر للمذيب يعطى مستخلص نكهة للتحليل الكروماتوجرافى.

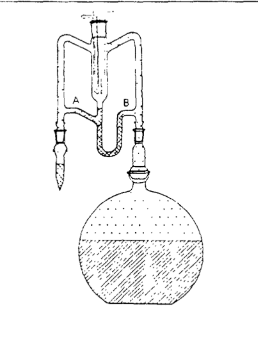
التقطير distillation: الغرض من خطوة العزل في تحليل العبير هو فصل المكونات الطيارة من شبكة الغذاء غير الطيارة وبالتالى فإن التقطير يستخدم بكثرة فيستخدم التقطير البخارى في تحليل المواد المتطايرة من المشروبات والأغذية المحتوية على ماء كثير وهى أقل إستخداماً مع الدهون والزيوت. ولو أن لها عيب أن الكميات الكبيرة من المقطر المائى تتطلب إستخلاصاً آخر بمذيب لكى تفصل المواد المتطايرة من الماء فتركيز المستخلص ضرورى وتكوين أشياء صناعية artifacts قد يكون مشكلة والتقطير تحت فراغ يجد إستخداماته في إستخلاص المواد المتطايرة من الزيوت والدهون. وبغرض حفظ درجة الحرارة منخفضة فإن تكون الأشياء الاصطناعية artifacts يمكن أن يكون أقل مايمكن. وقد تم عمل عدد من الأجهزة ولكن كلها

يدخل في مصائد باردة لتجميع المقطر وفي التقطير الجزيئي تستخدم فراغ عال (< ١٠^-٢ مم زئبق). والمواد المتطايرة لها طريق قصير نسبياً لتذهب من سطح عينة سائل زيتي إلى سطح بارد حيث يحدث لها تكثيف. والتجميع الكفء للمكونات ذات نقطة الغليان العالية يتم لأنه عند فراغ عال فإن المسافة مابين سطح العينة والمكثف البارد (١٠ - ٢٠مم) هي أقل من متوسط الطريق الحر للجزيئات.

الإستخلاص extraction: يمكن إستخدام المذيبات العضوية لإستخلاص المواد المتطايرة من المقطر المائي الناتج عن التقطير البخاري للغذاء. وتركيز الطور المائي بالتركيز التجميدي freeze concentration يستخدم أحياناً لخفض الأحجام التي تتطلب إستخلاصاً. ويمكن إستخدام إستخلاص سائل-سائل ويتم إختيار المذيبات على أساس إنتقائها للمكونات المتطايرة وعلى أساس نقطة الغليان. والمذيبات المستخدمة عادة هي ثاني إيثيل الإيثير diethylether والبنتان pentane ومشابه البنتان isopentane وبعض الكلوروفلوروكاربونات chlorofluorocarbons. وبعد الإستخلاص فإن معظم المذيب يجب إزالته لإعطاء مركز عبير مناسب للفصل الكروماتوجرافي. وإزالة آثار الماء بإستخدام عامل تجفيف (كبريتات الصوديوم أو الكالسيوم) أو التجميد على -٢٠°م ضروري قبل إزالة المذيب بالتقطير. والتركيز النهائي إلى حجم ٠,١ - ١ مل يتم كثيراً بإستخدام تيار من النتروجين.

اما الإستخلاص المباشر لجزء الغذاء المائي بواسطة مذيب عضوي فهو ذو نفع محدود لأن المستخلص سيحتوي على كثير من المواد غير المتطايرة. ولكن في السنين الأخيرة فإن ثاني أكسيد الكربون السائل فوق الحرج supercritical fluid carbon dioxide أستخدم لإستخلاص نكهات في العمل وتجارياً وهو مذيب إختياري/انتقائي عال له ميل قوي لمعظم مكونات العبير، بينما الأملاح والسكريات والدهون وكثير من الأحماض فغير ذائبة. وسهولة إزالة المذيب بعد الإستخلاص لإعطاء مستخلص عبير مركز هو شيء جذاب لإستخلاص ثاني أكسيد الكربون فوق الحرج.

ومن أمثلة التقنيات المستخدمة بكثرة في تحليل العبير: التقطير التجاري وإستخلاص مذيب في جهاز ليكنز-نيكرسون Likens-Nickerson وأهم أعماله هو التكثيف المتزامن للمقطرالبخاري مع مذيب إستخلاص غير مختلط immiscible extraction solvent وهو عبارة عن أنبوب U U-tube مع ذراع جانبي مناسب يسمح برجوع الماء إلى وعاء التقطير البخاري، وعودة المذيب المحتوي على المواد المتطايرة المستخلصة إلى وعاء إحتياطي ليعاد تقطيرها للإستخلاص مرة أخرى. والتقنية تعطي طريقة سريعة وبسيطة تشتمل على كمية صغيرة من المذيب. والتكسر الحراري للمكونات الحساسة يمكن أن يتم في أقل مايمكن بعمل التقطير والإستخلاص تحت ضغط منخفض.



صورة (٢): جهاز ليكنز-بيكرسون للتقطير البخارى المستمر وإستخلاص المذيب.

فصل مكونات العبير

separation of aroma components

إن كمية المعزول عادة صغيرة ونجاح تحليل العبير يعتمد على نجاح الفصل بكفاءة وعلى حساسية التحديد ولذا تستخدم كروماتوجرافيا الغاز (ك ج GC) وكروماتوجرافيا عالية الأداء سائلة (ك.ع.أ.س HPLC) لها ميزة فوق ك ج فى تحليل المركبات الحساسة للحرارة ولكنها تتطلب كميات كبيرة من المكونات وكفاءة الفصل أقل ثم إن التحديد بمطياف الكتلة بعد ذلك ليس سهلاً ولذا فإن إستخدام ك.ع.أ.س فى تحليل العبير عادة محدود بتطبيقات معينة وإلى تجزئة المعزولات قبل إجراء التحليل بـ ك ج.

وأعمدة ك ج المستخدمة فى تحليل العبير يجب أن تظهر إنحلالاً عالياً high resolution ولكنها يجب أن تحتفظ بهذا الإنحلال على حمل عياب عالى نسبياً حتى أن كميات يمكن تحديدها تفصل من المكونات الكبرى الموجودة بتركيزات تبلغ أعلا آلاف المرات. وكما أنها تستطيع فصل مخاليط معقدة فإن العمود يجب ألا يسبب إمتزازاً وتكسراً وإعادة ترتيب لأن كثيراً من مركبات العبير حساسة حرارية وغير ثابتة أو أنها تتأكسد بسهولة. والتقدم فى بحوث العبير ارتبط بقرب مع تطور أعمدة الشعيرات. وأعمدة السيليكا االمصهورة (ذات الطور المرتبط bonded-phase fused silica column) تعطى إنحلالاً عالياً. وطول مدة الثبات المطلوبة فى تحليل العبير كما أنها خاملة بالنسبة للإمتزاز والتكسر والذى لايمكن أن يقترب منها أعمدة مصنوعة من الزجاج أو الصلب غير القابل للصدأ. والأطوار المستخدمة تشمل أطواراً قطبية مثل كاربوواكس ٢٠م carbowax 20M وسيليكون غير قطبى أو نصف قطبى. وبيانات الإحتفاظ المتحصل عليها بتحليل معزول العبير على طورين مختلفين يمكن أن تساعد فى تحديد المكونات. والكيمياء المجسمة stereochemistry للمكونات يستطيع أن يؤثر على النكهة والأعمدة الشعرية المبطنة بأطوار chiral يمكن أن يستخدم فى فصل الصور المتشابهة enantiomers.

تحديد المكونات الحسية

detection of components

إن خطوة أساسية فى تحليل متطايرات العبير هى تحديد المكونات فى مخلوط معقد والذى يساهم فى عبير الغذاء أو المشروب. وبروفيل الإحساس للمنتج كله يمكن أن يعطى دليلا على خواص

العبير الهامة الموجودة فى المنتج ومعلومات كهذه يجب أن تستخدم عند تقدير المساهمة لكل مكون فى معزول العبير إلى خاصية النكهة الكلية. وتقنية مستخدمة بكثرة لتحديد المكونات التى تساهم فى العبير هى شم باب الرائحة odor-port smelting (أو التنشق sniffing). ومتدفق العمود column effluent يقسم بين محدد تقليدى ك ج وفتحة إلى خارج الفرن حيث الرائحة الخارجة يمكن أن تشم وتوصف. وبذا فإن قمم الكروماتوجرام والتى تطابق عبيراً معيناً يمكن أن تحدد ومخطط "جرام" العبير aromagrams يمكن أن توجد لتكملة الكروماتوجرام ويجب مراعاة أن المكونات ذات الرائحة الخاصة كثيراً مايكون لها قيم عتبات منخفضة ولاتستطيع أن تعطى قمماً يمكن تحديدها بـ ك ج.

التعرف على المكونات
identification of components

إن تحديد التركيب structure elucidation للمكونات المفصولة كروماتوجرافياً هو الخطوة التالية فى تحليل مركز العبير. وتقنية الآلات الحديثة مثل مطياف الكتلة م.ك MS والرنين المغناطيسى النووى (ر.م.ن NMR) والأشعة تحت الحمراء أ.ح IR وفوق البنفسجية أ.ف.ب UV تعطى طرقاً ذات كفاءة عالية فى تحديد المواد المتطايرة. والإشتقاق الكيماوى والتفاعلات الأخرى للمكونات المضادة من عمود الكروماتوجراف أستخدمت فى تحليل العبير ولكن كمية المركب المطلوبة تحد إستخدامها فى المواقف التى لم تستطع تقنية الآلات وحدها تحديدها. فمعظم تقنيات الآلات تتطلب مركبات تصطاد عند ملزها elute من الكروماتوجراف ولكن بازدواجها مع ك ج GC. م ك MS وحديثاً مع ك ج-أ ح GC-IR تسمح بالتحليل المباشر للمكونات المفصولة.

مطياف الكتلة mass spectroscopy: يسمح مطياف الكتلة بالحصول على معلومات تركيبية للمركبات العضوية بمستوى حساسية عدة مرات أحسن عن بقية التقنيات الآلية.

ومتطلبات ك ج-م ك GC-MS فى تحليل المواد المتطايرة هى سرعة ضخ مصدر الأيون للسماح للعمود الشعرى أن يصل مباشرة إلى مصدر الأيون وضبط حاسوبى computer control للحصول على البيانات والمعاملة للسماح بمسح متكرر آلى automatic repetitive scanning خلال تحليل ك ج-م ك GC-MS مع وقت مسح ثانية واحدة أو أسرع. والحساسية عادة أن الطيف الكلى يمكن أن يحصل عليه بواسطة واحد نانوجرام لمكون واحد فى خليط معقد محقون على عمود ك ج GC. وفى كثير من الحالات فإن طيفاً يمكن تحديده ويمكن الحصول عليه من كميات بسيطة جداً قد تبلغ ١٠ بيكوجرام. وحساسية أعلا ممكنة بإستخدام مسح أيونى مختار للتحليل لوجود مكونات معروفة. ومطياف الكتلة المربع quadrupole mass spectrometers تعطى حساسية جيدة مع معدل مسح سريع وهى أرخص كثيراً عن آلات مغناطيسية magnetic sector instruments ولكن تعطى بيانات كتلة اعتبارية. والآلات المغناطيسية ذات التأثير المزدوج تعطى

ميزة أساسية على الآلات المربعة البسيطة فى إنها ذات مقدرة إنحلال كبير وتسمح بالحصول على بيانات كتلة دقيقة تسمح بحساب صيغة تجريبية للأيون فى الطيف وهذا يمكن أن يكون ذا فائدة كبيرة فى تحديد المكون غير المعروف.

وتخصيص طيف الكتلة يسهل كثيراً بمقارنة الطيف المعروف الموجود فى مكتبة نظام بيانات م.ك MS والبحث عن بروجرام فى حاسوب يعطى طيف عتبة مماثل مع طيف المكتبة. وأساس البيانات يحتوى الآن على ١٢٠٠٠٠ طيف لمركبات عضوية ولكن تجميعات خاصة تحتوى على مركبات متطايرة قد تم تحضيرها وواحد منها على الأقل موجود على هيئة فورمات يقرأها الحاسوب. وتثبيت تمييز characterization المكون يجب أن تجرى إذا أمكن بمقارنتها بطيف الكتلة ووقت الإحتفاظ بعينات جديرة بالتصديق authentic samples.

طرق آلية أخرى other instrumental methods: كل من مطيافية ر.م.ن NMR و أ.ح IR هى تقنيات ذات قيمة عالية فى تحديد المركبات العضوية ولكنها تحتاج لعينات كبيرة عما يحتاجه م.ك MS ولاتستخدم كثيراً فى تحليل العبير. وهى تستخدم أساساً فى المساعدة على تحديد التركيب للمركبات غير المعروفة. وعينات ل ر.م.ن NMR يجب جمعها كلما ملزت eluted من عمود ج ك GC فى أنبوبة زجاج شعرية مبردة موضوعة على باب التجميع عند نهاية العمود. وإضافة عدة ميكرولترات من مذيب ديوتورى deuterated solvent إلى الأنبوب يعطى عينة مناسبة للتحليل فى سبر دقيق microprobe من جهاز فوريير Fourier الناقل وطيف بروتونى كاف يمكن أن يحصل عليه فى خلال بضع ساعات مع ١ - ١٠ ميكروجرام من العينة. وعينة أكبر كثيراً يحتاج إليها لطيف ك[١٣] كاف. وفصل إستعدادى preparative مشابه ل ك ج GC يمكن أن يعطى عينات لمطيافية أ ح IR عندما يكون حتى ١٠٠ ميكروجرام من المكون مطلوبا.

وآلات فوريير Fourier الناقلة ل أ ح IR
Fourier transform IR instruments
مزدوجة مباشرة مع ك ج GC ويمكن تطويرها وهى أكثر حساسية بكثير. وهى تعطى طيف طور بخارى وتستطيع عمل مسح متكرر سريع فتسمح بالحصول على كروماتوجراف ك ج-أ ح GC-IR وهذه المحددات لـ أ ح IR لـ ك ج GC تستطيع إعطاء طيف كافٍ لمكونات من ١٠ - ١٠٠ نانوجرام. وبإعطاء معلومات عن المجموعات الوظيفية فإن أ ح IR على العموم مكمل ومعضد لـ م.ك MS ولأن أ ح IR غير هادم فإنه أمكن تطوير أنظمة ترادف tandem ك ج-أ ح-م ك GC-IR-MS معطية أداه قوية فى تحليل العبير . (Macrae)

ويلاحظ أن نشاط مواد الرائحة تتأثر بعاملين:

١ - الشكل الهندسى geometry للمركب.

٢ - المجموعات الوظيفية functional groups.
(Belitz)

روح/عطر essence

أنظر: زيوت طيارة

رودوبسن rhodopsin

أنظر: فيتامين أ

روكو أناتو roucou annatoo

أنظر: أناتو

ريباس/عنب النصارى red currant

الإسم العلمى *Ribes rubrum* L

الفصيلة/العائلة: كاسرات الحجر Saxifrugaceae

إن الجنس *Ribes* يتكون من ١٥٠ نوعاً من الكشمش currant وعنب الثعلب/كشمش شائك gooseberry توجد فى أوروبا وأمريكا الشمالية. ومن الأصناف المأكلة فإن أهم الأصناف المزروعة تجارياً الكشمش الأسود black currant (*Ribes nigrum* L.) أو الريباس أو عنب النصارى red currant (*R. rubrum* L) والكشمش الأبيض white currant (*R. sativum* Syme.) (& *R. petraem* Wulf.) وعنب الثعلب/كشمش شائك gooseberry (*R. grossularia* L.) ولذا فهى ستعتبر هنا معا.

الأهمية التجارية

الكشمش الأسود يمثل نصف الإنتاج الدولى وحوالى ربع إنتاج الـ *Ribes* عنب الثعلب/كشمش شائك gooseberry وإن كان يتناقص.

ويمكن حصاد الكشمش الأسود بالمكن وهى تصلح أيضاً للريباس/عنب النصارى ولكنها تعمل بأقل كفاءة مع عنب الثعلب/الكشمش الشائك gooseberry.

◈ **أصناف الكشمش الأسود**

يزيد الطلب على أصناف بن لوموند Ben Lemond وبن نيفيس Ben Nevis.

◈ **أصناف الريباس/عنب النصارى والكشمش الأبيض**

أهم أصناف عنب النصارى/الريباس هى جونكهير فان تتس والهولندى الأحمر red dutch وبين الكشمش الأبيض الهولندى الأبيض white dutch وفرساى الأبيض white Versaille وهى ينقصها الصبغات الملونة وهو فى الواقع شكل لونى من عنب النصارى/ريباس.

◈ **أصناف عنب الثعلب/كشمش شائك gooseberry**

كانت زراعته منتشرة حتى ضير العفن الفطرى الأمريكى ثم ظهرت أصناف مقاومة للعفن الفطرى ولكنها كانت أقل من حيث الحجم والجودة ومنها انفكتا Invecta وهو أخضر.

◈ **أصناف *Ribes* الأخرى**

حدث تلقيح صناعى بين *R. nigrum*، *R. divaricatum*، *R. grossularia* أعطى أصناف جديدة *Ribes x nidigsolaria* وجودة الفاكهة تقع مابين الكشمش الأسود والكشمش الشائك/عنب الثعلب ومنه جوستا Josta.

الشكل الخارجي وتشريح الثمرة

morphology & anatomy of the fruit

ثمار الكشمش تحمل في عناقيد وتنضج الثمار الأقرب للفرع أولاً والأخيرة عند النهاية. أما الكشمش الشائك/عنب الثعلب فتنضج كل واحدة وحدها أو في عناقيد صغيرة مكونة من ٢ - ٣ ثمار.

والعِنَبِيَّة سوداء في الكشمش أو الكشمش الشائك ثمار ضعيفة مع البذور داخل غلاف الثمرة اللحمي. (الجدول ١). والكشمش الشائك هو أكبرها حجما وعنب النصاري/الريباس أصغرها وهما لهما بذور تتفاوت حجماً. الكشمش الأسود وجلد الكشمش الشائك أحياناً بشعر بينما جلد الكشمش بدون شعر دائماً.

جدول (١): خواص الفاكهة في الكشمش وعنب الثعلب /كشمش شائك

الفاكهة	عدد الفاكهة على الغصين strig	وزن الثمرة (جم)	عدد البذور في الثمرة	وزن البذرة (مجم)
الكشمش الأسود	٥ — ١٠	٠،٦ — ١،٥	٣٠ — ٥٠	١ — ٢
عنب النصارى/ريباس	٦ — ١٤	٠،٤ — ٠،٩	٥ — ١١	٦ — ٨
عنب الثعلب/كشمش شائك	١ — ٣	١،٦ — ١٤،٠	٣ — ٥	٤ — ٦

والصبغات في الكشمش الأسود في الجلد واللحم دائماً أخضر أما في عنب النصارى/الريباس والكشمش الأسود فتوجد الصبغات في الجلد وفي لحم الفاكهة. وبعكس الكشمش فإن أصناف الكشمش الشائك تغطي جميع ألوان الفاكهة من غامق إلى أحمر فاتح خلال أخضر إلى أصفر وأبيض تقريباً. وعنب الثعلب/الكشمش الأسود له لون أرجواني غامق وعنب النصارى/الريباس أحمر نقي. والكشمش الأبيض ينقصه الأنثوسيانينات وله لون أصفر محضر.

التكوين الكيماوي والغذائي

الجدول (٢) يعطي التركيب الكيماوي للكشمش وعنب الثعلب/كشمش شائك وعنب النصارى. والكشمش الشائك يحتوي كميات صغيرة من السوربيتول ولكن أثار منه توجد في الكشمش. وهي جميعاً تحتوي كميات كبيرة من الأحماض فحمض الستريك يسود في الكشمش في حين أن حمضي الستريك والماليك يوجدا بكميات متساوية في عنب الثعلب/كشمش شائك. وفيتامين ج خمسين جم منها تكتفي لتوفية الإحتياجات اليومية كما أن هذه الفواكه غنية في البوتاسيوم.

والكشمش الأسود به نسبة عالية من الفلافونويدات خاصة الأنثوسيانينات فالكشمش الأسود يحتوي من ١٢٥ - ٢٠٠٠مجم/١٠٠٠جم من الفاكهة الطازجة. ومعظمها سيانينين والفيتين ٣- جلوكوسايدات، ٣-روتينوسيدات والفلافونولات - جليكوسيدات الكيمفيرول kaemferol والكويرستين والميريستين توجد في الكشمش الأسود وعنب النصارى/الريباس وتزداد نسب المادة الجافة

والجوامد الذائبة والسكر بالنضج بينما تقل اللزوجة وحمض الاسكوربيك. ومحتوى الاحماض بالتنقيط تصل إلى قمتها أسبوعان قبل الحصاد ولاتتغير كثيراً أثناء النضج.

وبذور الكشمش والكشمش الشائك/عنب الثعلب تحتوى على ٢٠٪ دهن ومنه ٥ - ٢٠٪ حمض γ لينولينيك وأعلا محتوى فى الكشمش الأسود.

المناولة والتخزين handling & storage

النكهة القوية وعلو الحموضة يجعلها أقل جاذبية للإستهلاك الطازج. والكشمش الشائك له نكهة أخف ويستخدم فى العقبة وهو يباع غير ناضج وناضج وأخضر ناضج. وفواكه الـ *Ribes* تجمع باليد لأن المكن يقلل من الجودة والعنبيَّات تجمع جافة وهى تتلف إذا جمعت وعبئت مبلولة.

وهى تحتفظ بنفسها جميعاً ولكن لابد وأن تبرد فهى بدون تبريد تفقد من ٢-٣٪ من وزنها فى ٢٤ ساعة وعلى ذلك فهى تبرد إلى صفر - ٥°م وتحتفظ بنفسها لمدة ٢ - ٦ أيام. والكشمش الشائك/عنب النصارى إذا جمع غير ناضج يمكن تخزينه لمدة ٤ أسابيع.

الإستخدام فى الصناعة

أهم منتجات الكشمش الأسود عصائر وشراب كما يعمل منه مربى وجيللى وفى تنكيه المواد الغذائية الأخرى مثل الزبادى ومنتجات الألبان الأخرى. أما عنب النصارى/الريباس فيزرع للعصير والجيللى غالباً مختلطاً مع الفواكه الأخرى الأقل حموضة.

جدول (٣): التكوين الكيماوى لكل ١٠٠٠ جم فاكهة طازجة (الكشمش الأسود والكشمش الشائك/عنب الثعلب وعنب النصارى).

المغذى	كشمش أسود	عنب النصارى	كشمش شائك/ عنب الثعلب
الماء (جم)	٨١٥	٨٤٥	٨٨٠
المواد الصلبة (جم)	١٥٥	١٠٥	١٢٥
كربوايدرات (جم)	١٢٨	٩٦	٧٨
بروتين (جم)	١٣	١٢	٨
دهن (جم)	٢	٢	٢
ألياف (جم)	٤٣	٣٩	٢٢
بكتين (جم)	٨	٧	٥
جلوكوز (جم)	٣٥	٢٧	٢٦
فركتوز (جم)	٣٧	٢٦	٢٤
سكروز (جم)	١٣	٤	٦
السكر الكلى (جم)	٨٥	٥٧	٥٦
حمض سيتريك (جم)	٤٠	٢٥	١٤
حمض ماليك (جم)	٦	٤	١٣
حموضة تنقيط (جم) [أ]	٣٨	٢٤	٢٣
الطاقة (ج)	٢٦٠٠	٢٠٥٠	١٦٥٠
صوديوم (مجم)	١٧	١٣	١٥
بوتاسيوم (مجم)	٣١٣٠	٢٢٦٠	١٥٥٠
مغنيسيوم (مجم)	١٩٠	١٤٢	١١٣
كالسيوم (مجم)	٥٧	٣٨٠	٢٤٠
حديد (مجم)	١٣	٩	٦
فسفور (مجم)	٤٨٠	٣٣٠	٢٥٠
رماد (مجم)	٧٢٠٠	٦٤٠٠	٤٨٠٠
حمض اسكوربيك (مجم)	١٦٠٠	٦٥٠	٣٥٠
ثيامين (مجم)	٠,٥	٠,٤	٠,٤
ريبوفلافين (مجم)	٠,٤	٠,٣	٠,٢
بيريدوكسين (مجم)	١,٢	٠,٥	—
حمض نيكوتينيك (مجم)	٢,٨	٢,٥	٢,٥
حمض بانتوثينيك (مجم)	٤,٠	٦,٠	٢,٣
β-كاروتين (مجم)	١,٢	٠,٦	١,٥

أ = قدر الحمض باستخدام وزن مكافئ من حمض السيتريك.
(Macrae)

وعنب الثعلب/كشمش شائك يستخدم في المربى والمنتجات المعلبة وهى جميعاً تستخدم في النبيذ والليكير وحدها أو مع فواكه أخرى. ويحضر γ حمض اللينولينيك من الكشمش الأسود. ومستخلص البراعم يستخدم كمركب نكهة في الأغذية الأخرى وكمكون لبعض الشذى fragrance.

الأسماء: currant: بالفرنسية raisin de corinthe، وبالألمانية Korinthe، وبالايطالية uvepasse ، uve seche، وبالأسبانية pasas de corinto ، uvas.

gooseberry: بالفرنسية groseille à maquereau، وبالألمانية Stachelbeere، وبالايطالية uva spina، وبالأسبانية grosella blanca o verde.

(Stobart)

ribose ريبوز

أنظر: أحماض نووية

ribosymes ريبوزايم

أنظر: أحماض نووية

ribosomres ريبوزومات

أنظر: أحماض نووية

riboflavin ريبوفلافين

ريبوفلافين له عدة أسماء: فيتامين ب٢، فيتامين جي، ادموفلافين، لاكتوفلافين، هيبانوفلافين (فلافين الكبد) أو فيردوفلافين (فلافين الأخضر). والإنزيم الأصفر لفاربورج Warburg yellow enzyme قد عرف بأنه يحتوى ريبوفلافين وعلى ذلك فهذا الفيتامين عرف دوره في الأكسدة البيولوجية والإختزال.

خواص اللفيتامين الفيزيقية والكيماوية

ريبوفلافين وزنه الجزيئى ٣٧٦,٤ دالتون وهو يوجد في الأنسجة والأغذية كريبوفلافين [٧، ٨ ثنائى ميثيل-١٠-(١'-د-ريبيتيل) مشابه الوكسازين
[7,8-dimethyl-10-(1'-D-ribetyl) isoalloxazine]

وكفلافين أحادى النيوكلوتيد (فلا.أ.نو FMN) (D-riboflavin-5'-phosphate) أو فلافين ثنائى نيوكليوتيد (فلا.ثنا.نو)
[5'-(adenosine-5'-pyrophospoyl]

والوزن الجزيئى لـ فلا.أ.نو هو ٤٥٦,٤ ولل فلا.ثنا.نو هو ٧٨٥,٦. والريبوفلافين ضنيل الذوبان في الماء ١٠-١٣مجم/١٠٠ مل عند درجة حرارة الحجرة. ولكن الملح الصوديومى لـ فلا.أ.نو ذائب جداً في الماء ويستخدم في المستحضرات الدوائية. ودرجة حرارة التكسر هى ٢٧٨°م والإغمقاق يبتدىء عند ٢٤٠°م. وهو كمسحوق برتقالى اللون والمحاليل صفراء مخضرة ولها إستشعاع fluoroscence على ٥٦٥ نانومتر. وله ثوابت تأين dissociation عند ٦,٣ × ١٠^-١٢ لـ ثا، وعند ٠,٥ × ١٠^-٥ لـ ثب. وهو حساس للضوء وفي ظروف حمضية يتحول بسرعة

إلى ليوميكروم lumichrome (٨،٧-ثنائي ميثيل الوكسازين 7,8-dimethylalloxazine). وفي محاليل قلوية يتحول بواسطة الضوء إلى ليوميفلافين (٧، ٨، ١٠-ثالث ميثيل الوكسازين 7,8,10-trimethylalloxazine). والريبوفلافين يختزل بواسطة ثنائي ثيونيت الصوديوم sodium dithionite إلى ثنائي أيدروريبوفلافين dihydroriboflavin عديم اللون والذي في الهواء يعود إلى ريبوفلافين مرة أخرى. والفيتامين ومشتقاته الطبيعية ثابتة للحرارة وهذا مما فرقه عن الثيامين (فيتامين ب١) أثناء الدراسات الأولى حيث الثيامين حساس للحرارة. ولكن الريبوفلافين و فلا.أ.نو و فلا.ثنا.نو الثلاثة حساسين للحرارة في محاليل قلوية.

❖ وجوده في الأغذية

• **اللبن والجبن:** لبن البقر الطازج يحتوى معظم نشاطه على هيئة ريبوفلافين وفلا.ثنا.نو في نسبة تبلغ ٢ : ١ ويفقد قليلاً من الريبوفلافين بالبسترة وإن حولت الحرارة بعض فلا.ثنا.نو إلى ريبوفلافين بحيث تزيد النسبة فلا.ثنا.نو : ريبوفلافين إلى ٦ : ٥ بينما هو في لبن الإنسان حيث فلا.ثنا.نو ضعف الريبوفلافين.

واللبن في زجاجات شفافة ومعرضة للضوء لعدة ساعات يفقد معظم الريبوفلافين وأثناء هذا التفاعل فإن أكسجين ذو الترابط المفرد singlet oxygen ينتج ويسبب هدم فيتامين ج. وإستخدام ورق مقوى أو عبوات لاتنفذ الضوء يمنع فقد الفيتامين. وال فلا.ثنا.نو أقل حساسية للضوء من الريبوفلافين وفلا.أ.نو. وأثناء إنتاج اللبن المبخر والمسحوق فإن فقد الفيتامين قليل جداً.

وأثناء إنتاج الجبن الجاف يبقى الريبوفلافين في الشرش أكثر من الخثارة curd ولايحدث فقد خلال الإنضاج.

• **مصادر الحيوان والبقول:** المعاملة التجارية للحم والسمك والدواجن بواسطة التعليب والتجميد والتجفيف والإشعاع لها تأثير بسيط على محتوى الريبوفلافين فهو ثابت للحرارة ولكن في التجفيف الشمسي يفقد كثير منه بسبب الضوء، وهو يوزع نفسه في عمليات الطبخ بين اللحم والسائل بنسبة ٣ : ٤ في اللحم والباقي في السائل فيحسن إستخدام السائل.

والبيض الذي يخزن لمدة عام يفقد قليلاً من الفيتامين ولكن تخمير البيض في حلة مفتوحة يفقده نصف مقداره بسبب الحساسية للضوء، ولكن البيض المغلى في قشدة يفقد قليلاً منه.

ولما كان الريبوفلافين غير ثابت في الظروف القلوية فإن إضافة بيكربونات الصوديوم إلى الماء مع البسلة للمحافظة على اللون الأخضر يؤدى إلى فقد كبير في الفيتامين وكذلك نفس الشيء بالنسبة للفاصوليا المجففة إذا أستخدمت البيكربونات لتنعيمها.

• **الفواكه والخضر:** النباتات أغنى مايمكن في هذا الفيتامين أثناء النمو السريع. وعمليات السلق والتجميد والغلي تؤدى إلى فقد قليل من الفيتامين وإذا أستخدم بيكربونات الصوديوم للمحافظة على

المغنيسيوم فى الكلورفيل للمحافظة على اللون الأخضر يؤدى إلى فقد الفيتامين.

• **الحبوب:** يفقد الفيتامين فى أثناء الطحن للحصول على الدقيق الأبيض وهنا فإن إغناء الحبوب بالفيتامينات – ومنها الريبوفلافين – والحديد أصبح عملية تقليدية الآن حتى أن الدقيق المغنى يحتوى ريبوفلافين أكثر من حبة القمح الكاملة.

وفى عملية سفع الأرز parboiling فإن الأرز ينقع فى الماء ويعامل بالبخار ويجفف ثم يطحن لإزالة الردة والجنين فالفيتامينات القابلة للذوبان فى الماء تحمل إلى الجزء النشوى فى السويداء.

وجريش وأجزاء الذرة maize grits والتى يحدث لها إزالة للجنين تفقد حوالى نصف الريبوفلافين الموجود فى الحبة الكاملة. ولكن هذا يعوض بالإغناء بالفيتامين ويقبله المستهلك.

طبيعة محتوى الريبوفلافين فى الأغذية

يوجد الريبوفلافين فى الغذاء أساساً فلا.ثنا.نو FAD، فلا.أ.نو FMN وكريبوفلافين. وعادة يسود الـ فلا.ثنا.نو FAD ولبن البقر هو الأستثناء الأساسى. وأثناء الطبخ يتحول جزء من الـ فلا.ثنا.نو FAD إلى ريبوفلافين وإن كان هناك إنزيمات أيدروليتية/حملئية فى الأمعاء الصغيرة تستطيع حملأة فلا.أ.نو FMN وفلا.ثنا.نو FAD إلى ريبوفلافين. والمصادر الحيوانية واللبنية تعطى ٧٥٪ من الريبوفلافين (الجدول ١) والفاكهة والخضر مصادر فقيرة.

الجدول (١): مصادر الريبوفلافين فى الأغذية.

الغذاء	ريبوفلافين (مجم/ ١٠٠ جم)	الغذاء	ريبوفلافين (مجم/ ١٠٠ جم)
اللبن والمنتجات اللبنية		خضر	
كل اللبن	٠,١٦	أسبرجس (مطبوخ)	٠,١٢
لبن مخمر	٠,٣٢	بروكولى (مطبوخ)	٠,١١
لبن فرز	٠,١٨	كرنب (مطبوخ)	٠,٠٦
جبن شيدر	٠,٣٨	جزر (مطبوخ)	٠,٠٦
جبن قريش	٠,١٤	بطاطس (مخبوز)	٠,٠٣
جيلاتى	٠,١٩	بصل	٠,٠٢
زبادى	٠,٢٣	سبانخ	٠,٢٤
		طماطم	٠,٠٤
لحوم، سمك، دواجن، بيض وبقول		الحبوب	
كبد (مطبوخ)	٤,١٠	خبز كامل (قمح)	٠,١١
بقرى (مطبوخ)	٠,٢١	خبز مغنى	٠,٢٠
خنزير (مطبوخ)	٠,٣٤	أرز أبيض (مطبوخ)	٠,٠٢
هام (مالح ومطبوخ)	٠,٢٨	جريش الشوفان (مطبوخ)	٠,٠٢
حمل (مطبوخ)	٠,٢٨		
عجل (مطبوخ)	٠,٢٧	الفاكهة	
اسقمرى (مطبوخ)	٠,٤١	تفاح	٠,٠١
سالمون (معلب)	٠,١٩	موز	٠,١٠
سردين (معلب)	٠,٢٣	برتقال	٠,٠٤
رنجه (مطبوخة)	٠,٣٠	خوخ	٠,٠٤
بيض	٠,٤٤	كمثرى	٠,٠٤
دواجن (مطبوخة)	٠,١٨	فراولة	٠,٠٧
صويا (مطبوخة)	٠,٢٩	بطيخ	٠,٠١

إستخدامه فى التقوية

الدقيق الأبيض (٧٠٪ إستخراج) وكسر الذرة وجريشه يغنى فى كثير من البلاد بخليط يحتوى ريبوفلافين. وحبوب الإفطار الجافة تغنى أيضاً.

العزل والتنظيف

الإستخلاص والإمتزاز والتمليز elution من أعمدة وإعادة التبلر هى طريقة لعزل الريبوفلافين

والمذيبات هي الأسيتون والكحولات مثل ميثانول وإيثانول وبيوتانول ثم تمتز علـى أعمـدة مـن فلوريزيل florisel أو تراب فولرز Fullers earth في محلول حمضي أو فلوريديـن أكس أكس ت Floridin XXT أو فرانكونيت Frankonit فـي محلول متعادل. والمُملِز eluent يحتوى بريديـن pyridine مخفف بميثـانول مـائي أو إيثـانول ويحصل على الريبوفلافين المتبلر من المُملَز eluate بالإستخلاص بواسطة محلول مـائي لمخلـوط أسـيتون-إيثـير بـترولي -acetone petroleum ether. وتجاريـا يحضر بتخليـق بكتريولوجي فيضاف ثنـائي ثيونيت الصوديـوم sodium dithionite الذى يختزل الريبوفلافين فيترسب وهـذا يرشح وينقـى ويؤكسـد إلى الريبوفلافين المتبلر.

طرق التقدير

أولها طريقة حيوية تستخدم الفأر ولكنها مكلفة وتأخذ وقتاً وليست حساسة. يلزم تحويل فلا.ثنا.نو FAD - وهـو الصورة الموجـود عليـها الفيتـامين متحـداً بالبروتين - إلى فـلا.أ.نـو FMW بمعاملة العينات بمحلول ثلاثـي كلوريـد حمـض الخليـك trichoro acetic acid ويمـرر المستخلص فـي محلـول فلوريزيـل ويملـز الريبوفلافـين الممـتز بمحلـول بـيريدين فـي حمـض خليـك ويقـدر الريبوفلافين.

الكائنـات الحيـة الدقيقـة حساسـة أكـثر ومنخفضـة التكـاليف ولكنها تـأخذ وقتـاً فالعينة المتجانسـة فـي محلـول ٠,١ع حمـض كلورودريـك تعقـم علـى ١٢١°م وهذا يحلل الريبوفلافين في المحلول ثم يعادل أو يعامل بانزيم الكلاراز clarase وفي كلتا الحـالتين يرشـح لإزالـة الجسـيمات غـير الذائبـة والأحمـاض الدهنيـة والتـي تثبـط نمـو الكائنـات الحية.

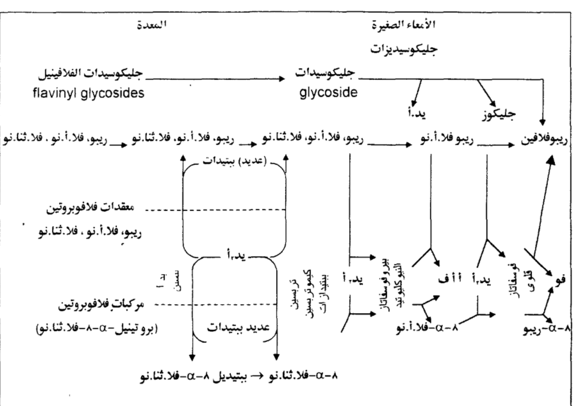
Lactobacillus casei وتخفف المحـاليل ويعمل منحنى معاير بإستخدام ريبوفلافين متبلر. ويستخدم محلـول يحتـوى علـى كـل المغذيـات مـاعدا الريبوفلافين ويضاف محاليل الإختبار إلى الوسـط في أنابيب إختبار وهذه توضع في اوتوكلاف/معقم لمدة ١٥ق على ١٢١°م وبعد التبريد يلقح بمعلـق البكتيريا فـي محلـول ملحـي ويحضـن علـى ٣٧°م لمدة ١٦ - ٢٤ ساعة ويقرأ التعكير الناتج عن نمـو البكتيريا في ملوان وتقارن مع المنحنى المعيارى.

و ك.ع.أ.س HPLC لها ميزة تقدير جميع أشـكال الريبوفلافين فـي الغذاء فتعـامل العينـة فـي المـاء وتعـامل بثلاثـي كلوريـد حمـض الخليـك لإزالـة البروتينات وبعد الترشيح يعادل المحلـول ويشبع بكبريتـات الأمونيـوم وبعـد الطـرد المركـزى فـإن السائل الطافى supernatant يفصل ويهز مع ٨٠٪ محلـول فينـول مـائي والطبقة العليـا مـن الفينـول تحتوى ريبوفلافينات فيضاف حجم مماثل من الماء المقطر ويستخلص المحلـول بثنـائي إيثـايل إيثـير مشبع بالماء لإزالة أي فينول ويستخدم المحلـول المائي فـي ك.ع.أ.س HPLC بإستخدام أعمـدة متخصصـة والمُملِز eluents محلـول منظـم مـن خلات الأمونيـوم (جيد ٦,٠) والميثـانول ويتم قراءة المُملَز eluate في جهاز الإستشعاع fluoremeter وبذا يمكن معرفة مقادير الريبوفلافين و فلا.أ.نـو FMN وفلا.ثنا.نو FAD وكل مشتقات الريبوفلافين.

وعدد من طرق الإستخلاص تستخدم أحماضاً معدنية مخففة والمستخلصات الناتجة تنقى بإستخدام خرطوشة طور صلب قبل ك.ع.أ.س HPLC.

الفسيولوجي physiology

أشكال قرائن الإنزيمات فلا.أ.نو FMN و فلا.ثنا.نو FAD تطلق من الربط غير التساهمي بالبروتينات بواسطة التحميض المعدِي وتحلل البيروفوسفاتاز والفوسفاتاز غير المتخصصة فلا.ثنا.نو FAD إلى فلا.أ.نو FMN الذى يتحلل إلى ريبوفلافين ٨-α-(حمض أميني) ريبوفلافينات 8-α-(amino acid) riboflavins وهي أصلاً متحدة تساهمياً كـ ٨-α-فلا.ثنا.نو FAD ومرتبطة بإنزيمات من مصدر سبحيات تطلق أيضاً بواسطة الأيدرولازات والتي تعمل معاً التحليل البروتيني لسلسلة البروتين المتصلة والذى يبتدىء في المعدة بالببسين ويستمر في الأمعاء الصغيرة بالتربسين والكيموتربسين والببتيدات الخارجية exopeptidases. وآثار من حلقة أخرى وسلاسل جانبية لفلافين يتم إطلاقها من فلافين مرتبط تساهمياً وغير تساهمي فمثلاً ريبوفلافين ٥'-جليكوسايد riboflavin 5'-glycoside يطلق بواسطة الجليكوسيدازات الموجود في العصارة المعوية suecus enfericus. والصورة (١) تظهر عمليات الهضم وإطلاق الريبوفلافينات.



الصورة (١): هضم الفلافينات في الثدييات أحادية المعدة. ريبو:ريبوفلافين، فو: فوسفات غير عضوية، أأ ف: AMP أدينوسين أحادي الفوسفات، فلا.أ.نو: فلافين ادينين أحادي النيوكليوتيد FMN، فلا.ثنا.نو: فلافين أدينين ثنائي النيوكليوتيد FAD.

الإمتصاص والنقل

الريبوفلافين وجزء من ايضات الفلافين بما فيها الحلقة المتغيرة الشكل مثل ٨-α-(حمض أمينى) ريبوفلافينات ومشتقات السلسلة الجانبية مثل ٧، ٨- ثنائى ميثيل-١٠-فورميل ميثيل مشابه الألوكسازين 7,8-dimethyl-10-formyl-methyl-isoalloxazine تمتص أساساً فى الأمعاء الصغيرة القريبة بواسطة نظام نقل يمكن أن يتشبع وهو سريع وتقريباً يتناسب مع الجرعة قبل الإستواء leveling off ومستوى التشبع هذا يتم بإعطاء حوالى ٢٠٠مجم من الفيتامين فى بلعة واحدة للإنسان البالغ. ويظهر أن أملاح الصفراء تساعد على الأخذ. وكمية متواضعة من الفلافين تدور خلال النظام المعدي والكبد enterohepatic والأخذ الأصلى للريبوفلافين بواسطة الخلايا المعوية enterocytes يتوقف على ص+ ويعكس إنزيم أدينوسين ٥'-ثلاثى الفوسفاتاز أ.ثلا.فاز ATPase المرتبط بنظام نشط للنقل. والمصيدة الأيضية بالتحويل إلى فلا.أ.نو FMN وفلا.ثنا.نو FAD تحدث قبل إطلاق الفيتامين إلى التدوير بواسطة بيروفوسفاتاز وفوسفاتاز غير متخصص.

ونقل الفلافين الدائر يشتمل على إرتباط مفكك مع الألبيومين وإرتباط بإحكام مع بعض الجلوبيولينات. وتحت جزء من جلوبين المناعة (ج.م.ج IgG) وُجد أنه يربط بشدة جزءاً صغيراً من الفلافين الكلى الحر فى الدم وأن عدة جلوبيولينات مناعة تساهم بجوهرية فى نقل البلازما للريبوفلافين. ونقل المشيمة للريبوفلافين فى الإنسان والثدييات الأخرى يسهل ربط البروتينات التى تساعد على نقل الفيتامين وتعزز إعطاءه للجنين fetus.

ودخول الريبوفلافين يظهر أنه يسهل بواسطة حامل على التركيزات الفسيولوجية للفيتامين. حيث أن هناك تخصص نسبى لمكون يمكن أن يتشبع المسئول عن الأخذ الأصلى السريع.

وقد تم عزل بروتين يربط الفيتامين من غشاء البلازما فى خلايا كبد الفأر. والخلية الكبدية غير الظهارية non-epithelial hepatocyte لاتعتمد على ص+ لأخذ الريبوفلافين كما تعتمد عليها الأنواع الظهارية مزدوجة القطبية كما فى الخلايا المعوية أو خلية الأنبوبة القريبة الكلوية renal proximal tubular. وفى كل الحالات فإن المصيدة الأيضية للريبوفلافين بواسطة الفسفرة (تتوقف على فلافوكيناز السيتوسوليك cytosolic flavokinase) يتبع مرور الفيتامين خلال غشاء البلازما وإطلاق الريبوفلافين من الخلايا يتطلب حلمأة الـ فلا.أ.نو FMN بواسطة فوسفاتازات غير متخصصة.

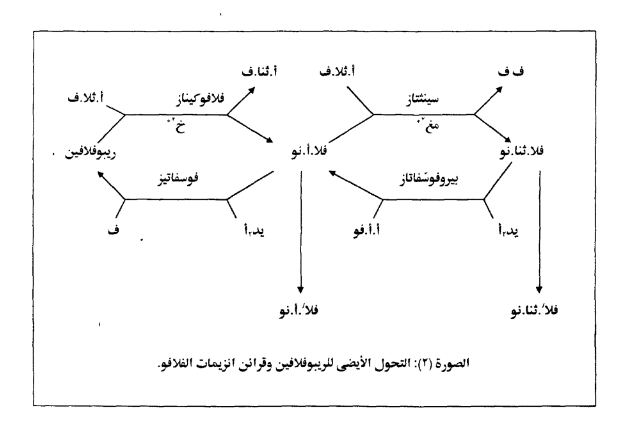
التحول بين الخلايا

cellular interconversions

إن تحول الريبوفلافين إلى قرائن إنزيمات يتم داخل سيتوبلازم الخلية فى معظم الأنسجة ولكن خاصة فى الأمعاء والكبد والقلب والكلوة والمخ. وأول خطوة ضرورية متوقفة على فسفرة أ.ثلا.ف للفيتامين محفزة بواسطة الفلافوكيناز والذى يستخدم خ++ والناتج فلا.أ.نو يمكن أن يعقد مع مولد إنزيمات ليكون عدة فلافوبروتينات وظيفية ولكن أكبر جزء يتحول إلى فلا.ثنا.نو فى تفاعل

ثان يعتمد على أ.ثلا.ف ويحفزه سينثتار الـ فلا.ثنا.نـو والذى يستخدم مغ++. ومـن الواضـح أن التخليـق الحيوى لإنزيمات الفلافو ينظمه الريبوفلافين (حالة الفلافين) منافسة للـ أ.ثلا.ف (حالة الطاقة) وتـوازن هرمونى. والثيروكسين وثـالث يوديـد الثيروكسين triiodothyroxine ينشـط تخليـق فــلا.أ.نـــو، فلا.ثنا.نو FMN & FAD فى أنسجة الثدييـات وهذا يظهر أنه يشمل زيـادة فى وسيط هرمـون فى الشكل المنشط للفلافوكيناز وكناتج للسينثتار فـإن فلا.ثنا.نو هـو أيضاً مثبط نشط فى هذه الخطـوة الثانية وقد يساعد فى تنظيم تكوينه. و فلا.ثنا.نو هـو قريـن إنزيـم فلافـو السائد والموجـود فـى الأنسجة حيث يتم تعقيدها مع عديـد من ديهدروجينازات وأكسـيدازات الفلافوبروتـين. ونسـبة مئويـة مـــن فلا.ثنا.نو تصبح متصلة تساهمياً مع متبقيات أحماض أمينية خاصة فـى مولـدات إنزيمـات هامـة. وبالنسبة للإنسان تشمل ٨ –α–ن٣–هيستيديـــل فلا.ثنا.نـو 8α-N3-histidyl FAD داخل الديـهيدروجينازات السـبحية للسكسـينات ، ثنـائى ميثيـل جليسـين dimethyl glycine والساركوســين sarcosin وأيضـاً ٨α–س–سيسـتينيل فــلا.ثنـا.نــو 8α-S-cysteinyl FAD داخـل أكسيداز الأمين الوحيد mono-aminooxidase فى السبحيات.

وتحول turnover قرائن إنزيمات الفلافو المرتبطة تساهمياً يتطلـب تحليـل بروتينـى داخـل الخلايـا، وتكسر قرائن الإنزيم بعد ذلك يشمل بيروفوسفاتاز غيـــر متخصــص وشـــــق ٥ '–نيوكليوتيـداز 5'-nucleotidase لـ فلا.ثنا.نـو إلـــــــى أ.أ.فـو و فلا.أ.نو وعمل الفوسفاتازات غير المتخصص على الأخير.



الصورة (٢): التحول الأيضى للريبوفلافين وقرائن انزيمات الفلافو.

التحرير والهدم الايضى

بوجد قليل من التحرير للريبوفلافين كريبوفلافين حيث أن معظمه يوجد فى قرائن إنزيمات الفلافو وهـذه مرتبطـة جـداً بأنظمـة الإنزيمـات الكليـة holoenzymes. وأثناء النقص الشديد للفيتـامين حيث يؤدى إلى موت الحيوان فى التجربة فـإن هناك إنخفاضاً فـى مستوى الفلافين المستخلص والذى يقترب من حوالى نصف ذلك الموجـود فى المراقب control والـذى هـو مـزود بكفايـة مـن الفيتـامين. وعلـى ذلـك فـهناك إحتفـاظ متوسـط الكفـاءة للريبوفلافـين بواسـطة إرتباطـه الأيضـى بالأشكال المرتبطة. ولكن حتى نقص بسيط فـى الفيتامين ينعكس فى نقص وظيفـة فلافوبروتينـات معينة قبل ظهور أعراض النقص.

ولـو أن بعـض البكتريـا خاصـة مـن جنـس *Pseudomonas* تستطيع تكسير كلاً من النظـام الحلقـى والسلاسل الجانبيـة فـى الفلافـين فـإن الثدييات محدودة فى مقدرتها على هدم الفيتامين. وإختلاف أيضات الفلافين فى دم الثدييات يعكس تعقد التفاعلات فى العمليات الفوتوكيماويـة علـى الجلد ونشاط الكائنات الدقيقة فى القناة المعدية المعوية وكذلك فى النشاط الجسدى وكلاهمـا يؤثر علـى الفلافـين وعلـى المشـتقات المقدمـة للخلايـا بواسطة الإستعادة الدائريـة مـن النسيج الجلـدى وبواسطة الإستعادة للكبد الداخلى من الأحشـاء. والمنتجـات المختلفـة المتصلـة بـالفلافين والتـى عرفت من الإنسان والثدييات والأخرى ملخصـة فى الصورة (٣).

وسو السلسلة الجانبية د ريبيتايل D ribityl عند الموضع ١ يعرى للضوء وفلورا الكائنات الدقيقة كلياً. وكلاهما يؤدى إلى تكوين ١٠-فورميل ميثيل فلافين 10-formylmethyl flavin. وهذا يمكـن أن يؤكسد بواسطة بكتريا القناة الغذائيـة للإنسـان والحيوانات المجترة لتكويـن ١٠-كربوكسـى ميثيل فلافين 10-carboxymethyl flavin. وجزء آخر مـن مركـب الثورميـل ميثيـل يتحـول مـع ١٠-أيدروكســى ميثيــل فلافــين كنتيجـــة لعمـــل ديـهيدروجيناز يعتمـد علـى بـيريدن نيوكليوتـايد. ومركبـات مستوى الليوميكـروم تنتـج عـن الإزالـة الكاملة للسلسلة الجانبيـة بواسطة فلـورا الكائنـات الدقيقة والتى يمكـن أن تقلل بالمضافات الحيوية، ولكـن يمكـن أن يصـاحب الليوميفلافـين كنـاتج ضوئـى photoproduct مـن فعـل الضـوء علـى الفلافـين فـى النسـيج الجلـدى. وأيضـات هـدم الريبوفلافين والتى تأتى أساساً من الأكسـدة داخل الأنسجة هـى ٧، ٨ أيدروكسى ميثيل ريبوفلافينات (٧ α، ٨α أيدروكسى ريبوفلافينات) هذه ومنتجات مـن أكسـدة أيدروكسـى ميثيـل تـؤدى وظيفـة لمجموعـات فورميـل وكربوكسـيل وتعكـس نشـاط أكسيداز الكائنات الدقيقـة. وأيضـاً هـدم الفلافين الأخرى تشمل هذه الآتيـة منه ٨α (حمض أمينى) ريبوفلافينـات المطلقـة مـن فـلا.ثنـا.نـو المرتبطـة تساهمياً. وقد يأتى الـ ٨α سلفونيل ريبوفلافين من ٨α سستئنيل-فلا .ثنـا.نـو الخاص بأكسيداز الأمين الأحـادى. وقد وجـد استر ببتيـدى وجلوكوسـايد والإثنـان مرتبطـان بنهايـــة ٥'-أيدروكسـى ميثيـل للفيتامين.

ليوميكروم

ليوميفلافين

١٠ ايدروكسى ايثيل فلافين

١٠ فورميل ميثيل فلافين

ببتيد ٥` ريبوفلافيسيل

أبحاث هدم

٨α ن٣ هستيديل فلا.ثا.نو

ريبوفلافين

٨α-كب ستنيل فلا.ثا.نو

٨-α-سلفونيل ريبوفلافين

٨ ايدروكسى ميثيل ريبوفلافين

٨ فورميل

٨ كربوكسى

٧ كربوكسى

٧ فورميل

٧ ايدروكسى ميثيل ريبوفلافين

٨ كربوكسى ليوميكروم
8-carboxy lumichrome

٧ كربوكسى ليوميكروم
7-carboxy lumichrome

صورة (٣): الهدم الفوتوكيماوى بفلورا الكائنات الدقيقة والخلوى للريبوفلافين فى الثدييات

الافراز excretion and secretion

حيث أنه لايمكن التخليق الحيوى لمشابه الألوكسازين isoalloxazine (الفلافين) داخل خلايا الثدييات عندما يكون سينتتاز الريبوفلافين غائباً فإن الإفراز يعكس أخذ غذائى وهدم أيضى وفوتوجرافى. وأساساً كل أيضات الريبوفلافين وجدت فى البول، وكثير من مستوى الليوميكروم وجدت فى البراز. وللأفراد البالغين الذين يأكلون غذاء مختلفاً فإن الريبوفلافين يكون ٦٠ - ٩٠٪ من فلافين البول، ٧-أيدروكسى ميثيل ريبوفلافين ٣ - ٧٪، α٨-سلفونيل ريبوفلافين ٢-١٥٪، ٨-أيدروكسى ميثيل ريبوفلافين ٨-١٠٪، ١٠-أيدروكسى ميثيل فلافين ١-٧٪، أستربتيد الريبوفلافينيل حتى ٥٪ مع آثار من الليومى فلافين وأحياناً ١٠-فورميل ميثيل وكربوكسى ميثيل فلافينات.

ووجود اللاكتوفلافين (اسم من أسماء الريبوفلافين) أدى إلى معرفة أن هذا الغذاء غنى فى الفيتامين. وأعلا تركيز للفلافين فى لبن البقر والانسان هو الفيتامين الحر كما يوجد فلا.ثنا.نو FAD والذى يمكن أن يكون أكثر من ثلث الفلافين الكلى. ومعظمه تتم حلمأته إلى فلا.أ.نو FMN بالبسترة. ووجود كميات جوهرية إلى حد ما من ١٠-(٢'- ايدروكسى إيثيل) فلافين لافتة للنظر حيث أن هذه الأيضة لها نشاط ضد الفيتامين كما يُعْكَس فى التثبيط التنافسى لكل من الأخذ الخلوى ومايتبع ذلك من فسفرة الريبوفلافين بواسطة الفلافوكيناز. وعلى ذلك فهذه الأيضة والتى قد تصل إلى ١٠ - ١٢٪ من فلافين لبن البقر تنقص من النشاط البيولوجى لهذا الغذاء. كما يوجد كل من ٧، ٨ أيدروكسى ميثيل ريبوفلافينات أيضاً مع وجود الأول أكثر وإن كانا لايتعديان نسبة منوية بسيطة. وكميات صغيرة من الأيضات الأخرى بما فى ذلك ١٠-فورميل ميثيل فلافين وليوميكروم lumichrome تكون معظم الباقى.

الوظائف البيولوجية

يشترك الريبوفلافين - فى صورة قرين الإنزيم المرتبط - فى تفاعلات الأكسدة-الإختزال فى طرق أيضية عديدة وفى إنتاج الطاقة من خلال السلسلة التنفسية. وعدد من التفاعلات الكيماوية يحفزها الفلافوبروتين ووظائف الأخسدة لقرين انزيم الفلافو تشمل نقل اليكترون واحد خلال الفلافين المتعادل والمتأكسد (كيتون) يختزل نصفه إلى شبه كينون semiquinone والذى يمكن أن يوجد فى مدى جيد متعادل كأيون متعادل أو سالب. ونقل اليكترون آخر يمكن أن يؤدى إلى أيدروكينون مختزل كلياً (الصورة ٤). وبالإضافة خطوة واحدة بنقل اليكترونين من مادة تفاعل إلى الفلافين يمكن أن يحدث مع نقل أيون ايدريد. فمثلاً من نيوكليوتيد البيريدين المختزل أو بإختصار القاعدة لبروتون مادة التفاعل مع إضافة أيون كربون carbon ion. وهناك إزالة للأيدروجين محفزة بالفلافوبروتين وهى تعتمد على نيوكليوتيد البيريدين - أولاً تعتمد عليه - فتتفاعل مع مركبات تحتوى كبريت وأدركسلة وإزالة مجموعة أيدروكسيل بالأكسدة وأكسجنة مزدوجة dioxygenations وإختزال للأكسجين إلى فوق

أكسيد الأيدروجين. ومقدرة الفلافينات أن تعمل كحاملات أخرى بربط البروتينات وتشارك في كل من نقل اليكترون واحد أو أثنين وتتفاعل مع ١، ٥ ثنائي الأيدرو (1.5-dihydro) مع الأكسجين تسمح بإتساع في عملياتها.

فلافوكينون: أصفر مستشعع، متعادل مستوى الأكسدة

فلافو شبه كينون: أزرق، شق متعادل

فلافو شبه كينون: أحمر، شق سالب

فلافوايدروكينون: متعادل، مستوى مختزل

فلافو ايدروكينون: مستوى سالب مختزل

صورة (٤): حالات الأكسدة والإختزال لقرائن إنزيمات فلافو تعمل فسيولوجياً.

الإحتياجات

مستويات المتطلبات للريبوفلافين بعكس تلك الخاصة بالثيامين لاتزيد بزيادة الطاقة وبسبب الإعتماد على البروتين وأخذ الطاقة وحجم الجسم الأيضي فإن المسموحات/التوصيات المحسوبة على أي من هذه الأسس الثلاث لا تختلف عن بعضها

البعض بطريقة جوهرية. ومظاهر النقص السريرى clinical فى البالغين يمكن ان تمنع بأخذ ٠,٤ مجم/١٠٠٠ سعر ولكن أكثر من ٠,٥/١٠٠٠ سعر يمكن أن تتطلب للإحتفاظ بإحتياطى النسيج فى البالغين والأطفال كما تنعكس فى إفراز البول وريبوفلانين الخلية الحمراء وردكتاز جلوتاثيون كرات الدم الحمراء. ومن هذه الإعتبارات فإن المسموح بالريبوفلانين يحسب على أنه ٠,٦مجم/١٠٠٠ سعر لكل الأعمار. وهذا يعنى أن الكمية المسموح بها غذائيا ك.م.غ RDA فى الولايات المتحدة تتغير من ٠,٤مجم للأطفال إلى ١,٧مجم كل يوم للبالغين الشباب. وبالنسبة لكبار السن الذين مأخوذهم اليومى السعرى قد يكون أقل من ٢٠٠٠ سعر فإن أقل مايمكن هو ١,٢مجم/يوم. وفى الحمل ٠,٣مجم إضافية والمرأة المرضعة تفرز تقريبا ٣٥ ميكروجرام/١٠٠ مل لبن لإنتاج حوالى ٠,٢٦مجم/يوم (٧٥٠ مل) أثناء الستة أشهر الأولى و ٠,٢١مجم/يوم (٦٠٠ مل) أثناء الستة أشهر الثانية. وحيث أن إستخدام الريبوفلافين الإضافى لإنتاج اللبن يفترض أنه ٧٠٪، مأخوذة إضافى بمقدار ٠.٥مجم يوصى به فى الستة أشهر الأولى، ٠,٤مجم فى الستة أشهر الثانية. وكميات صغيرة من الريبوفلانين معظمها كقرائن إنزيمات يمكن هضمها توجد فى معظم أنسجة النباتات والحيوانات. وأحسن المصادر البيض واللحم الأحمر واللبن والبروكولى والحبوب والخبز المغنى. ومايحدث من فقد أثناء الطبخ يرجع إلى نض الفلافينات الثابتة ضد الحرارة ولكن الحساسة للضوء فى الماء.

وعند الحاجة فإن إضافة ٥ - ١٠ أمثال الكميات المسموح بها يكون عادة مرضيا.

أسباب النقص

يحدث النقص من عوامل أولية وثانوية تؤثر على المغذيات الأخرى فالغذاء غير الكافى نتيجة إتاحته المحدودة بجانب سوء التخزين والمعاملة هى أهم الأسباب.

وإنخفاض التمثيل ينتج عن هضم غير طبيعى أو إمتصاص غير طبيعى أو الإثنين معا.

ونقص شديد فى الريبوفلافين يمكن أن يؤثر على تحويل فيتامين ب٦ إلى قرين إنزيمه بل ويعطل تحويل التربتوفان إلى نياسين.

السمية

السمية من أخذ ريبوفلافين فى الإنسان والحيوان مشكوك فيها. ومقدرة القناة المعوية المعدية فى الإنسان تستطيع أن تتحمل أقل من ٢٥ مجم فى جرعة واحدة. فالذوبان المحدود وكذلك إمتصاصه المحدود كما هو ملاحظ فى مستحضرات الفيتامينات العديدة وإفرازه مثله مثل الفيتامينات القابلة للذوبان فى الماء يستبعد أى خطر للصحة.

(Macrae)

ريتيكيولين — reticulin

أنظر: ريتينول

retinol ريتينول

ريتينول (٩، ١٣ ثنائي ميثيل-٧- [١، ١، ٥ ثلاثي ميثيل-٦-سيكلوهكسي (دائري)-٥-يل]-٧، ٩، ١١، ١٣ نوناتترايين-١٥-اول)
(9,13-dimethyl-7-[1,1,5-trimethyl-6-cyclohexene-5-yl]-7,9,11,13-nonatetraene-15-ol)

مسحوق متبلر أصفر فاتح وقد يكون كتلة زيتية ويتوقف ذلك على نقاوته. وهو لايذوب فى الماء ولكنه يختلط بسهولة بمعظم المذيبات العضوية وخواصه يلخصها الجدول (١).

الجدول (١): الخواص الفيزيقية للريتينول (الكل ترانس) وبعض أستراته.

الخاصية	ريتينول	خلات الريتينيل	بالميتات الريتينيل
الرمز	ك٢٠ يد٣٠ أ	ك٢٢ يد٣٢ أ٢	ك٣٦ يد٦٠ أ٢
الوزن	٢٨٦٫٤٦	٣٢٨٫٥٠	٥٢٤٫٨٨
نقطة الانصهار (°م)	٦٣ – ٦٤	٥٧ – ٥٩	٢٨ – ٢٩
الامتصاص فى أ ف ب (نانوجرام) [أ]	٣٢٥	٣٢٦	٣٢٦
أقصى إثارة (extinction coefficient ، $E^{1\%}_{1cm}$)	١٨٢٠	١٥٣٠	٩٦٠
الامتصاصية الجزيئية ε	٥٢١٤٠	٥٠٢٦٠	٥٠٣٩٠
الاستشعاع			
أقصى إثارة (excitation max (nm	٣٢٥	٣٢٥	٣٢٥
أقصى بث (emission max (nm	٤٧٠	٤٧٠	٤٧٠

أ فى ٢ بروبانول ، أ.ف.ب: أشعة فوق بنفسجية

الخواص الكيماوية

الكل ترانس ريتينول – وهو يعتبر المركب الأب لمجموعة فيتامين أ – هو معقد كحول غير مشبع وهو يشترك فى حلقة β-أيونون β-ionone مع سلسلة جانبية من مشابه برينويد متقارن conjugated isoprenoid side-chain (الصورة ١).

وتحوير الحلقة أو تحوير السلسلة الجانبية أو مجموعات الوظيفية التركيبية والكيماوية القطبية يولد كثيراً من الريتينويدات retinoids لها طيف متسع من الخواص ولكن فى الطبيعة قليل من هذه المركبات تظهر أى نشاط فيتامين أ جوهرى. وهذه تشمل الكل ترانس ريتينول(أصلاً سمى فيتامين أ) وأستراته والريتينال وحمض الريتينويل والسيس مشابهات ٩، ١١، ١٣ المرتبطة-9 associated ,11-, and 13-cis isomers.

ومشابهات السيس تتحول لبعضها البعض إختياريا ومع أشكال الترانس فى الجسم وبذا فهى تظهر نشاطاً بيولوجياً ويبلغ حوالى ٠٫٢٥، ٠٫٥٠، و٠٫٧٥ بالتتابع بالنسبة لكل ترانس فيتامير. وبعض الأسماك

البحرية والأسماك المياه العذبة تحتوى كميات جوهرية من المركب الحلقى دأيين-٣-ديهيدروريتينول diene-3-dehydroretinol (أساسا سمى فيتامين أ٢) والذى يمثل حوالى ٤٠٪ من النشاط الحيوى لكل ترانس ريتينول.

ر = ك يد٢ أ يد	الكل ترانس ريتينول
= ك يد٢ أ ك أ ك يد٣	الكل ترانس خلات الريتينيل
= ك يد٢ أ ك أ (ك يد٢)١٤ ك يد٣	الكل ترانس بالميتات الريتينيل
= ك يد أ	الكل ترانس ريتنال
= ك أ أ يد	الكل ترانس حمض الريتينويك

صورة (١): تركيب الريتينويدات الأساسية.

ونشاط فيتامين أ يعبر عنه بوحدات دولية ووحدة دولية واحدة تكافىء ٠,٣٠٠ ميكروجرام الكل ترانس ريتينول، ٠,٣٤٤ ميكروجرام خلات الريتينيل، ٠,٥٤٩ بالميتات الريتينيل ومكافئ الريتينول retinol equivalent (واحد م.ر RE هى مكافئة لـ ١.٠ ميكروجرام الكل ترانس ريتينول). وهذه الوحدات كانت نافعة فى الدراسات الغذائية حيث عدة من المجانسات congeners لنشاط فيتامين أ يمكن أن تضم لإعطاء قيمة واحدة.

وأهم مايسود الريتينول هو الروابط الزوجية المتقارنة وإليها يعزى كثير من الخواص الفسيوكيماوية والبيولوجية وهى السبب فى حساسية فيتامين أ. فالريتينول ومشتقاته حساس للأكسدة ويهدم بسرعة بالحرارة والضوء والأحماض فى محلول. وقد يحدث التشابه والأكسدة وشق الجزىء وقد ينتج عن الشق منتجات β-أيونون طيارة لها أهمية فى إنتاج نكهات غير مرغوبة فى الأغذية. ولكنه مقاوم للقلوية ويمكن تجنب الهدم إذا حفظ تحت غاز خامل على درجة حرارة منخفضة وبعيداً عن مجموعات الضوء القصيرة.

وفى المحلول يمكن أن تحميه الدهن والتوكوفيرولات والكاروتين حتى تنضب. وكلا المعاملة والتخزين يؤدى إلى فقد كبير ٥ - ٤٠٪ واسترات الريتينيل ثابتة أكثر عن الريتينول.

الوجود والأشكال فى الأغذية

كل أشكال فيتامين أ تأخذ قدرتها من مولد فيتامين أ (الكاروتينيدات) التى توجد فى جميع النباتات والحيوانات. والإنسان يحصل على فيتامين أ من المصادر الحيوانية ولكن

الكـاروتينويدات توجـد فـى كـل مـن النبـات والحيوان.

وأحسـن مصـادره زيـوت الأسمـاك بينمـا كبـد الحيوانات واللبن ومنتجات الألبان والبيض مصادر جوهرية والإنسان يأخذ مايكفيه منـه: ١٠٠٠ م ر (مكافىء ريتينول) ويمد الـ β-كاروتين ٢٥٪ من هذه الكمية.

وهو يوجد فى الأغذية كاسترات مع قليل من الريتينول نفسه والبالميتات والاستيارات والأوليات. أما البيض فيختلف فالريتينول غير المؤستر هو المصدر الأساسى. وبعض الأغذية يحتوى ريتينال (البيض والبطارخ) حيث يوجد مشابهات ١٣-سيس أساسا وهذه الأخيرة توجد فى الأغذية المعاملة. والجدول (٢) يعطى بعض المصادر.

جدول (٢): فيتامين أ فى بعض المصادر.

الغذاء	محتوى الريتينول (ميكروجرام/١٠٠جم)أ
اللبن	٣٢ – ٤٥
الزبد	٨٠٠ – ١٠٠٠
البيض	١٤٠ – ١٥٠
لحم البقر	٢ – ٥
كبد الحمل	٧٠٠٠ – ١٠٠٠٠
الاسقمرى	٢٥ – ٥٠
زيت كبد القد	١٥٠٠٠ – ٣٠٠٠٠

أ: لتحويل إلى وحدات دولية إضرب فى ٣,٣٣.

إستخدامه فى تقوية الأغذية

الأغذية الدهنية كالمرجرين واللبن وتركيبات الأطفال تعمل كحامل للفيتامين واللبن الجاف يعطى بروتيناً جيداً ومعادن. وتحدث الاضافة باضافة الكل ترانس: خلات ريتينيل أو بالميتاتة وفى حالة المرجرين يضاف معه مضادات أكسدة. وفى الأغذية المجففة يضاف مثبت مع حامل مناسب كجيلاتين/كربوايدرات أو صمغ الأكاسيا ولكن التوزيع غير المتكافىء مشكلة فى الخلط الجاف لمنتجات الأغذية.

وقد تم عمل فيتامين أ فى مسحوق يحتوى مستحلبات لتسهيل إعادة التكوين مع الماء وبذا يزداد تجانس الفيتامين فى المنتج.

وفى التخزين يحسن إستخدام مواد تعبئة لاتنفذ الأكسجين والضوء وباستخدام العلب يمكن إستخدام النتروجين فى الحيز العلوى وبذا يعزز ذلك الثبات ضد الأكسدة ويزيد من عمر الرف.

الإستخلاص

أثناء عمليات التحليل يجب عدم تعرض فيتامين أ للأشعة فوق البنفسجية أو الحرارة أو الأكسدة فاستخدام مضادات الأكسدة وابعاد الهواء ضرورى لنجاح التحليل.

والهضم القلوى (التصبن) يستخدم فى المرحلة الأولى فى تحليل الريتينول فتجنس عينة ممثلة وتهضم فى ايدروكسيد بوتاسيوم إيثانولى أو ماشابه. والتصبن له ثلاث فوائد: ١- التخلص من معظم المواد الدهنية، ٢- إطلاق الفيتامين من داخل العينة، ٣- تحويل الأسترات المختلفة إلى ريتينول حر. والطريقة يمكن أن تجرى تحت درجة حرارة الرجوع reflux temperature أو درجة حرارة الغرفة ambient (لمدد أطول).

والريتينول .جزأ مابين مذيب غير قطبي غير مختلط عادة هكسان وإيثير ثم يغسل المحلول بالماء ويجفف وعادة يركز بالتبخير للحصول على مستخلص خام. والقراءة في المطياف spectrophotometric أو الإستشعاع fluorometric قد لاتكون مناسبة نظراً لتدخل بعض المواد ويلزم إستخدام طرق تنظيف وهذه تجرى بإستخدام عمود مفتوح open-column أو تستخدم كروماتوجرافيا الطبقة الرقيقة بإستخدام سيليكا أو ألومينا في الطور الثابت وكذلك أستخدمت كروماتوجرافيا نفاذية الجل gel-permeation chromatography.

طرق التقدير

الطريقة التقليدية لكار-برايس Carr-Price تستخدم تفاعل ثالث كلوريد الأنتيمون لإنتاج معقد أزرق يتناسب مع تركيز فيتامين أ. ويمكن إستخدام أحماض أخرى مثل ثالث فلورو الخلات trifluoroacetic acid. وكروماتوجرافيا الطبقة الرقيقة (ك.ط.ر TLC) وكروماتوجرافيا السائل منخفضة الضغط low-pressure liquid chromatography ولو أنها ناجحة إلى حد ما فإنه ينقصها قوة التفرقة. وكروماتوجرافيا الغاز-سائل لم تستخدم بدرجة كبيرة لأن الريتينول واستراته تهدم على درجات حرارة عالية وإستخدام كروماتوجرافيا عالية الأداء سائلة (ك.ع.أ.س HPLC) سادت قياس فيتامين أ في العشرين سنة الأخيرة.

ويحسن التفرقة مابين سيس وترانس وبجانب ذلك فإن نواتج الأكسدة مثل أوكسى ريتينويدات oxyretinoids والإيبوكسى ريتينويدات epoxyretinoids ونواتج تكسرها بجانب مختلف الريتروريتينويدات retroretinoids. يمكن أن توجد في عينات الغذاء وهذه لها نشاط غير معروف كفيتامين أ وقد تشوه القياس الكروماتوجرافي. وأمكن تحديد مشابهات الريتينول واستراته ٣-ديهيدروريتينول والريتينال وحمض الريتينويك في كثير من الأغذية بطريقة ك.ع.أ.س HPLC العادية أو ذات الطور المعكوس (غالبا مع أنظمة مذيبات isocratic).

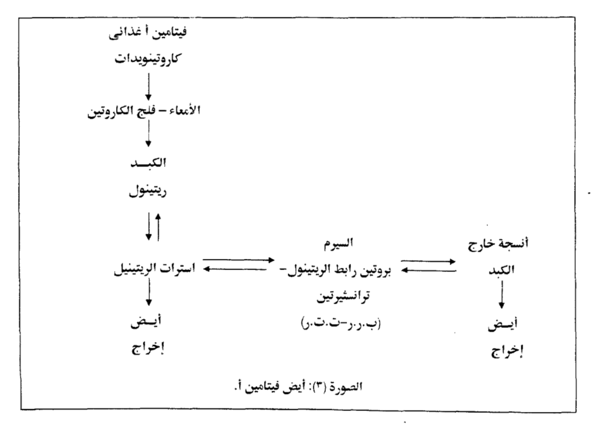
الإمتصاص والإتاحة الحيوية والتوزيع

فيتامين أ هو مصطلح تجميعي للمركبات التي تظهر الخواص البيولوجية للريتينول بما فيها الحفاظ على النسيج الظهاري ووظيفة الرؤية. وهذا التقسيم يشمل الريتينول واسترات الريتينيل والريتينال (ألدهيد فيتامين أ) وحمض الريتينويك ولو أنه لايحافظ على وظيفة الرؤية. وكلها مركبات مشابهات برينويد isoprenoid وكلها لها سلسلة كربون بوليين polyene متصلة بثلاثي ميثيل سيكلوهكسينيل مشتق (الصورة ٢). والمصطلح ريتينويدات يشير إلى كل المركبات طبيعية أو صناعية والتي تظهر نشاطاً بيولوجياً يمثل فيتامين أ. ولاتوجد مركبات فيتامين أ في أنسجة النبات بل توجد في أنسجة الحيوانات والإستثناء الملحوظ هو ١٣-سيس رتينال 13-cis-retinal والذي يعمل كملون chromophore في الأغشية الأرجوانية لبعض الهالوبكتريا halobacteria.

صورة (٢): بعض الريتينويدات الموجودة فى الطبيعة (١) الكل ترانس ريتينول (كحول الفيتامين أ) ويبين طرق ترقيم ذرات الكربون (٢) الكل ترانس ريتينال (الدهايد فيتامين أ). (٣) الكل ترانس ٣، ٤ ثنائى الديهدروروتينول (كحول فيتامين أ٢). (٤) الكل ترانس-٤ أوكسوريتينول (ويسمى أحياناً ٤-كيتوريتينول) وهو أيضة من أيضات فيتامين أ. (٥) الكل ترانس بالميتات الريتينيل (بالميتات فيتامين أ وهو مخزن هدام لفيتامين أ. (٦) الكل ترانس ٥، ٦ - ايبوكسى ريتينول (أيضة من أيضات فيتامين أ). (٧) الكل ترانس حمض الريتينويك (حمض فيتامين أ ، تريتينوين). (٨) ١٣-سيس حمض ريتينويك (ويسمى أحياناً مشابه تريتينوين اكوتان ر و٤-٣٧٨٠ isotretinoin, Accutan, Ro4-3780 . (٩) الكل ترانس β جلوكورونيد الريتينويل، أيضة توجد طبيعياً. بعض الريتينويدات اختبرت لفعلها الجلدى وضد السرطان. (١٠) رابع ايدرو رابع ميثيل نافتاالانيل روبينيل حمض البنزويك tetrahydrotetramethylnaphthalenyl propenyl benzoic acid ويختصر ت.ت.ل.ب.ب ويسمى اروتينويد arotinoid. (١١) ٤-ايدروكسى فينيل ريتناميد 4-hydroxyphenyl retinamide (٤-هـ.ب.ر، ن-ريتينويل-٤-امينوفينول N-retinayl-4-aminophenol, 4 HPR). (١٢) أسيتيريتين، ثالث ميثيل ميثوكسى فينيل مضاهى ايثيل ريتينوات Acetretin, a trimethylmethoxyphenyl analogue of ethyl retinoute.

وفيتامين أ الغذائي يأتي من مصدرين: فيتامين أ مكون جاهز preformed vitamin A ومولد الفيتامين أ الكاروتينويدات carotenoids. فالفيتامين أ (ومعظمه استرات ريتينول مع أحماض دهنية طويلة) يأتي من المصادر الحيوانية ومضافات الأغذية وخلات الريتينيل ووبالميتاته أكثر ثباتاً عن الريتينول الحر. أما الكاروتينويدات مولدات فيتامين أ فتأتي من النبات والـ β- كاروتين هو أكثرها نشاطاً ولكن أيضاً α-كاروتين و βكربتوزانثين و βأبوكاروتينالات أما الليكوبين والزانثوفيلات فلا تعطي أي نشاط لفيتامين أ.

ولما كان كل من فيتامين أ والكاروتينويدات دهون فإن أحماض الصفراء ضرورية للإمتصاص. وفي تجويفات الأمعاء intestinal lumen تتحملاً استرات فيتامين أ (استرات ريتينيل) إلى ريتينول حر وتمتص كذلك وهذا الريتينول يعاد أسترته في خلايا الأمعاء (الصورة ٣). ومولدات فيتامين أ الكاروتينويدات مثل الـ β-كاروتين كثيراً ماتنشق في خلايا الأمعاء. والريتينال (الدهيد فيتامين أ) وهو آخر شق للكاروتينويدات يتم إختزاله إلى ريتينول بالإنزيمات ثم تتم أسترته وهو مرتبط ببروتين داخل الخلية س ر ب ب II CRBPII ووزنه الجزيئي ١٤٦٠٠ دالتون وهو واحد من البروتينات الرابطة للريتينويد. وهذا ينقل الأحماض الدهنية من فوسفاتيديل كولين (أسيل-ترنسفيراز ليسيثين-ريتينول أ.ت.ل.ر lecithin-retinol acyltransferase LRAT بالرغم من وجود أسايل قرين إنزيم أ الذى نشاط أسترته (أسايل قرأ-ريتينول أسايل ترانستيراز أ قرأ ر أ ت acyl CoA-retinol acyltransferase; ARAT.



الصورة (٣): أيض فيتامين أ.

واسترات الريتينيل تدخل صمن قلب الدقائق الكيلوسية chylomiera وتنقل ضمن اللنف lymph. وبعد إزالة الجليسريدات الثلاثية بواسطة أنزيم ليباز الليبوبروتين كجسيم ليبوبروتين فإنها تدور في الأنسجة المحيطية فتؤخذ بقايا الدقائق الكيلوسية chilomicron remnants بسرعة بواسطة الكبد . واسترات فيتامين أ تحملأ بواسطة أيدرولاز استر الريتينيل هناك. والريتينول الناتج إما أن يعاد أسترته (بواسطة أ ت ل ر LRAT بالرغم عن أن نشاط أ قر أ ر ت ARAT قد تكون هامة في تركيزات عالية للريتينول) ويخزن في الكبد أو يطلق في البلازما كمعقد مع بروتين رابط الريتينول.

ولأن معظم أشكال فيتامين أ هي غير محبة للماء فإن نقل ووظيفة فيتامين أ تتوقف على سلسلة من البروتينات الرابطة كل منها متخصص لنسيج أو ربيطة ligand والوزن الجزيئي للبروتين رابط الريتينول (ب ر ر RBP) في البلازما هو ٢١٠٠٠ دالتون في أنواع الثدييات ويربط في رابطة ١:١ ستكافئة stoichiometry وجزيء الريتينول غير المحب للماء ينطبق fits في "برميل barrel" داخل البروتين بعيداً عن التفاعلات مع الوسط المائي. والهولو ب ر ر RBP holo يربط ترانشيريتين ت ت ر TTR في البلازما. والتركيزات العادية في بلازما الإنسان من ب ر ر هي ١,٩ – ٢,٤ ميكروجزيء ul / لتر (٤٠ – ٥٠ ميكروجرام/ مل). فكل الدائر من ب رر RBP هو ٨٠ – ٩٠٪ مشبعاً بربيطة ريتينول ligand. وكل من الريتينول والريتنال وحمض الريتينويك يرتبط إلى ب ر ر RBP ولكن الذي يسود هو الريتينول.

واسترات الريتينيل لها ميل أقل إلى ب ر ر RBP وتنتقل مع ليبوبروتينات السيرم. وفي غياب فيتامين أ فإن أبو ب ر ر RBP يتجمع في الكبد مستعداً للإنطلاق تبعاً لفيتامين أ المتاح. وقد تم تطور هذا الميكانيزم لأن فيتامين أ ضروري في كميات صغيرة ولكنه إذا زاد فإن فيتامين أ يكون ساماً ولابد أن ينظم بواسطة الكائن.

الأيض والتخزين والإخراج

فيتامين أ الزائد عن المتطلبات يخزن في الكبد كاستر لأحماض دهنية طويلة السلسلة (الصورة ٣). وتنخفض نسبة ريتينول الكبد إلى أسترات الريتينيل كما إرتفعت كمية فيتامين أ في الكبد. ولكن ٩٥٪ من كل فيتامين أ في الكبد توجد كاسترات. وبالميتات الريتينيل هي الاستر الأساسي في كبد الإنسان والفأر والبقر والخراف والأرانب والقطط والضفادع والسالمون المرقط trout والدب القطبي بالرغم من وجود كميات جوهرية من الأسترات (الأخرى خاصة الأوليات والاستيارات) وأن تكوين استر الريتينيل يمكن أن يتأثر بتكوين الأحماض الدهنية في الغذاء. والكبد يحتوى كثيراً على مايقرب من ٩٠٪ من فيتامين أ في الجسم الكلي بالرغم من أن الأعضاء الأخرى كالكلوة والخصى والغدة الكظرية تحتوى استرات ريتينيل يمكن تحديدها. ومقدرة الكبد على تخزين فيتامين أ في الدب القطبي يمكن ملاحظتها حيث أن تركيزات كبيرة مثل ٣٦ ميكروجزئ µl/جم من أنسجة الكبد (١٠٣٨٠ ميكروجرام/ جم) قد تم تقديرها.

وفى الإنسان (فى الولايات المتحدة) فإن فيتامين أ الكبد به ٠,٤٤ - ٠,٧٤ ميكروجزىء μl/جم (١٢٦ - ٢١١ ميكروجرام/ جم).

ونوعا الخلايا التى ترتبط بأيض فيتامين أ الكبد هى الخلايا الكبدية hepatocyte وخلايا الدهن lipocytes. والخلايا الكبدية هى الموقع الأساسى لتخليق ب ر ر RBP وإطلاق ريتينول ب ر ر retinol RBP. كما أن بعض استرات الريتينيل توجد فيها. وخلايا الدهن تختزن أسترات الريتينيل retinyl esters فى نقيطات دهن السيتوبلازم والتى تحتوى أيضاً جليسريدات وبعض استرات الكوليسترول داخل غطاء من الفوسفوليبيدات. وقد أقترح أن ب ر ر RBP ينقل فيتامين أ كريتينول بين خلايا الدهن وخلايا الكبد.

وتدل الدراسات الحركية kinetic أن هناك تدوير cycling لمخزون فيتامين أ الكبدى وأن هناك إعادة تدوير لفيتامين أ بين الكبد والأنسجة الأخرى. وريتينول ب ر ر RBP هو شكل النقل الأساسى من الكبد إلى الأنسجة المحيطة به. وإعادة تدوير فيتامين أ فى الفأر الذى يعانى نقصاً فى فيتامين أ يكون شديداً وأن هدم فيتامين أ يكون أقل مايمكن.

والريتينول يمكن أن يؤكسد عكسياً إلى الريتينال (ألدهيد فيتامين أ) والريتينال يؤكسد إلى حمض ريتينويك. ولكن حمض الريتينويك لايمكن إرجاعه إلى الأشكال الأخرى. وعلى ذلك فالريتينول واسترات الريتينايل والريتينال لها نشاط بيولوجى متساو لأنها تتغير من واحد إلى الآخر بحرية فى حين أن حمض الريتينويك يعمل عمل الريتينول (ولكن ليس كله) ولكنه ومشتقاته لايخزن. وتركيز حمض الريتينويك فى السيرم هو ٥ - ١٠ نانوجزىء/لتر n mol l^{-1} (١,٥ - ٣ نانوجرام/ مل) بينما التركيزات الطبيعية للريتينول هى ١ - ٢ ميكروجزىء/لتر μmol l^{-1}. وريتينويل β جلوكورونايد وريتينيل β جلوكورونايد (وتكون فى الكبد من حمض الريتينويك والريتينول بالتتابع) تفرز فى الصفراء ولكن يمكن حلمأتها وإعادة إمتصاصها فى الأمعاء (تدوير كبدى داخلى enterohepatic circulation) وكلا هذين المركبين لهما نشاط فيتامين أ فى مختلف الإختبارات، وقد وجدا فى دم الإنسان ويمكن أن يكون لهما دوراً منظماً فى وظائف فيتامين أ.

الدور فى الجسم

إن دور فيتامين أ هو فى البصر ومفاضلة الأنسجة الظهارية differentiation of epithelial tissues والنظام المناعى. ويخزن فيتامين أ فى صبغة الرتينا الظهارية كاسترات الريتينيل. والكل ترانس استرات الريتينيل يتم حلمأتها معا وتُشَبه إلى ١١-سيس ريتينول وهو مركب وحيد فى العين ويؤكسد إلى ١١-سيس ريتينال وهذا ينتقل من صبغة الظهار pigment epithelium إلى خلايا القضبان بواسطة بروتين رابط الريتينويد الخلالى ب ر ر ف interstatial retinoid binding protein CRB وهو بروتين رابط متميز distinct (١٤٠٠٠ دالتون). وفى خلايا القضبان rod cells ١١-سيس ريتينال يربط (كقاعدة شيف Schiff base مع ε مجموعة الأمين فى متبقى ليسين

خاص) إلى البروتين أوبسين opsin ليكون الصبغة البصرية رودوبسين rhodopsin. وعندما يمتص معقد الرودوبسين فوتونا من الضوء فإن ١١-سيس ريتينال يحدث له تشابه إلى الكل ترانس ريتينال ويطلق من معقد البروتين. وتغير البروتين يبتدىء شلالا من التفاعلات ينتج عنه إشارة عصبية إلى المخ. والبروتين أوبسين opsin يكون موجودا ليربط جزيئا آخر من ١١-سيس ريتينال ليبتدىء عملية جديدة في الدورة البصرية. والكل ترانس ريتينال الذى أطلق من معقد البروتين ينقل مرة أخرى إلى ظهار الصبغة خلال ب ر ر ب ويختزل إنزيميا إلى الكل ترانس ريتينول ويعاد أسترته. وبعكس معدلات التحول العالية لفيتامين أ في الأنسجة الأخرى فإن فيتامين أ في العين يحافظ عليه مع تسيب بسيط مرة أخرى إلى الكبد. ولكن نقص فيتامين أ لمدة طويلة يؤدى إلى نقص الحساسية للضوء وعادة تلاحظ كنقص في الرؤية ليلا (عمى ليلى) وهذه التأثيرات لفيتامين أ عادة تعكس بإضافة فيتامين أ.

وفي دور مختلف فإن قرنية العين تعتمد على فيتامين أ في المفاضلة المناسبة للخلايا وفي إفراز الجليكوبروتينات الحامية. فهي في نقص فيتامين أ هذه الأنسجة تتعرض لهجوم بعض البكتريا وهذا الهجوم قد لايكون عكسيا وقد يؤثر على سطح القرنية وينتج عنه ندب دائم وفقد دائم للقدرة على الإبصار. وهذه التأثيرات لنقص فيتامين أ ليست كتلك الخاصة بالرتينا فهي قد لاتكون عكسية بإضافة فيتامين أ. وهذا الإنحلال القرني ويسمى زيروفثالميا xerophthalmia يحدث لحوالي ٥٠٠٠٠٠ حالة من العمى في أطفال قبل الدراسة في العالم.

وفي غياب فيتامين أ بكفاية فإن خلايا أنسجة الرئة والأمعاء والجلد وقرنية العين لاتتفاضل عادة ولكن تغير من تركيبها ويحدث لها (تتطابق وتتقرن stratified & cornified) وتفقد المقدرة على إنتاج جليكوبروتينات (بروتينات كربوايدراتية). والميكانيزم العام الذى ينظم ربط حمض الريتينويك (وربما الريتينول) إلى بروتينات متخصصة مرتبط بحمض الدى أكسى ريبونيوكليك (دارن DNA) وهذه البروتينات المستقبلة لحمض الريتينويك النووية (ب ق ر RAR) وهي تختلف عن البروتين الرابط لحمض الريتينويك الخلوى ب ر ر خ cellular retenoid acid CRABPs binding protein يمكنها أن ترتبط إلى مناطق خاصة بـ د ا ر ن DNA إما مشجعة أو مثبطة للنسخ transcription في مورثات خاصة. وعدد من ب ق ر RAR تم تحديدها وهي يمكن أن توضح مختلف التأثيرات التى تظهرها الريتينويدات على مختلف أنواع الخلايا. والـ ب ق ر RARs التى عرفت حتى الآن تنتمي إلى فوق عائلة من البروتينات النووية والتى تشتمل على مستقبلات رابطة للاستيرويدات ومستقبلات رابطة للثيروكسين وكلها تعمل بميكانيزم واحد ولكنها تختلف في ربطة الـ دارن DNA. والحيوانات التى تتناول حمض الريتينويك كمصدر وحيد لفيتامين أ يبدو أنها تنمو عاديا وتحافظ على الصحة الجيدة ولكنها تصبح عمياء (لأن حمض الريتينويك لايمكن

تحويله لريتنال) وبعضها ولكن بعض الأنواع وليس كلها تظهر فقداً فى وظيفة الخصية.

والريتينويدات أظهرت انها تثبط تطور السرطان فى مختلف الأنسجة. ويلزم فيتامين ا للمناعة ولكن عمل الريتينويدات غير معروف كما تعمل الكاروتينويدات فى المناعة وربما كمولدات لفيتامين أ.

المتطلبات والأخذ الموصى به

١ مكافىء ريتينال (م ر RE) = ١ ميكروجرام الكل ترانس ريتينال إما حرا أو استر ريتينايل. ١ م ر RE أيضاً يساوى ٣,٣٣ وحدة دولية (و د IU) من فيتامين أ أو ٣,٥ نانوجزىء n mol ريتينول أو استر ريتينايل. وهى تساوى ٦ ميكروجرام من الكل ترانس β كاروتين أو ١٢ ميكروجرام من مولدات فيتامين أ الكاروتينويدية (١٠ و د IU من مولد فيتامين أ الكاروتينويدى).

وفى الدراسات الحيوانية فإن أخذ يومى لـ ٣ – ٨ م ر RE (١٠ – ٢٨ نانوجزىء n mol) لكل كيلو جرام من وزن الجسم يعالج مظاهر النقص والأخذ اليومى لـ ٣٠ – ٦٠ م ر RE (١٠٠ – ٢١٠ نانو جزىء n mol) لكل كيلو جرام من وزن الجسم يعطى أمثل نمو. وتوصى هيئة الأغذية والزراعة (هـ أ ز FAO) وهيئة الصحة العالمية (هـ ص ع WHO) بإعطاء ٩,٣ م ر RE (٣٣ نانو جزىء n mol من فيتامين أ) لكل كيلو جرام من وزن الجسم. أما مجلس البحوث القومى الأمريكى US National Research Council فقد أوصى بأخذ ١٠٠٠ م ر RE يوميا للرجال و ٨٠٠ م ر RE للنساء بسبب نقص وزنهن.

السمية

السمية الحادة تحدث من ٣٠٠٠٠٠ إلى ١٠٠٠٠٠٠ م ر RE والمزمنة من ١٥٠٠٠ - ٣٠٠٠٠٠ م ر RE. والجرعات الكبيرة من βكاروتين ليست سامة ولكنها أقل كفاءة. ومن المتفق عليه أن النساء يجب أن يتجنبن أخذ إضافات من فيتامين أ خلال الثلاثة شهور الأولى من الحمل وأنه إذا أخذ إضافات بعد ذلك فإنها يجب أن تنحصر فى ١٥٠٠ – ٣٠٠٠ م ر RE (٥.٥ – ١١ ميكروجزىء) لكل يوم.

(Macrae)

راق

ريق/لعاب **saliva**

محلول رائق لزج viscid يفرز فى الفم بثلاثة أزواج من الغدد اللعابية :

١- نكفى the parotid

٢- تحت اللسان the sub-lingual

٣- الفك الأسفل sub-maxillary

وهى لها عدة وظائف منها

١- التشحيم: تساعد فى المضغ والبلع فبدونها البلع يصبح صعب جداً وهذا يرجع إلى بروتينات كربوايدراتية.

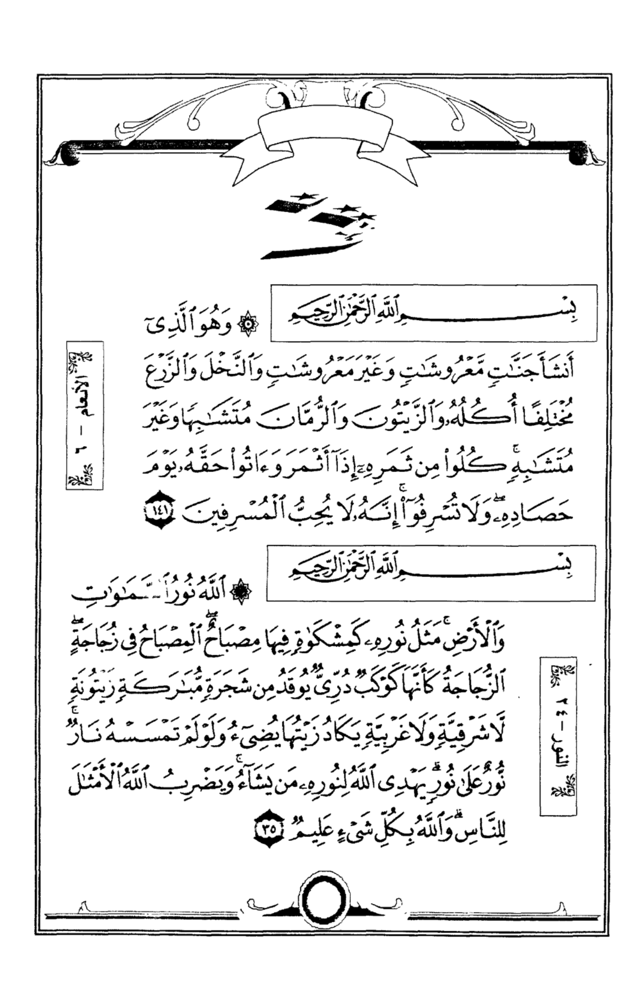
٢- يوجد الألفا أميلاز فى اللعاب وهو يعمل على كسر رابطة ١، ٤ جلوكوسيد فى النشا.

٣- *التنظيم*: جزء كبير من الكربونات يخرج في اللعاب ويعمل كمنظم في الفم وفي المأكول ingesta.

٤- المذاق: يذيب اللعاب عدداً من الكيماويات في الأغذية وبهذا يمكن أن تعرض لبراعم المذاق.

٥- الحماية: الأغشية في الفم يجب أن تبقى خضلة حتى تكون حية واللعاب يجعل ذلك ممكناً. وهي قد تحمي ضد البكتريا فتحمي الأسنان من التسوس. وأفراز اللعاب ينشط بالمنظر والرائحة (الشم) وبالنكهة في الغذاء.

(Ensminger)



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

۞ وَهُوَ الَّذِي أَنشَأَ جَنَّاتٍ مَّعْرُوشَاتٍ وَغَيْرَ مَعْرُوشَاتٍ وَالنَّخْلَ وَالزَّرْعَ مُخْتَلِفًا أُكُلُهُ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُتَشَابِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ ۚ كُلُوا مِن ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَآتُوا حَقَّهُ يَوْمَ حَصَادِهِ ۖ وَلَا تُسْرِفُوا ۚ إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ ﴿١٤١﴾

الأنعام - ٦

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

۞ اللَّهُ نُورُ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ ۚ مَثَلُ نُورِهِ كَمِشْكَاةٍ فِيهَا مِصْبَاحٌ ۖ الْمِصْبَاحُ فِي زُجَاجَةٍ ۖ الزُّجَاجَةُ كَأَنَّهَا كَوْكَبٌ دُرِّيٌّ يُوقَدُ مِن شَجَرَةٍ مُّبَارَكَةٍ زَيْتُونَةٍ لَّا شَرْقِيَّةٍ وَلَا غَرْبِيَّةٍ يَكَادُ زَيْتُهَا يُضِيءُ وَلَوْ لَمْ تَمْسَسْهُ نَارٌ ۚ نُّورٌ عَلَىٰ نُورٍ ۗ يَهْدِي اللَّهُ لِنُورِهِ مَن يَشَاءُ ۚ وَيَضْرِبُ اللَّهُ الْأَمْثَالَ لِلنَّاسِ ۗ وَاللَّهُ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ ﴿٣٥﴾

النور - ٢٤

زئبق mercury

الزئبق معدن ثقيل سام وغير معروف له دور فى الأيض. وهو يدخل الجسم عن طريق تنفس بخاره ومع الأكل وعن طريق الجلد. وعن طريق البخار فإنه يأتى من سبائك الفضة فى الأسنان فيأخذ الانسان ١٠ ميكروجرام/يوم. والزئبق المعدنى يأتى من البويات والبطاريات ...الخ.

وميثيل الزئبق methyl mercury يمتص فى الأمعاء بنسبة ١٠٠٪ تقريباً بينما أملاح الزئبق غير العضوية تمتص بمقدار ١٥٪ فقط. وهو عادة مركز فى سلسلة الغذاء المائية بسبب إطلاقه من الشوائب الصناعية إما فى الماء المالح أو العذب وهو يتحول إلى ميثيل الزئبق بواسطة البكتريا.

التوزيع والإخراج

الزئبق يزداد تركيزه فى الفك والكلوة والكبد وكذلك فى المخ. وهناك فرق بين ميثيل زئبق والزئبق غير العضوى بالنسبة لنسبة الخلية الحمراء : البلازما وقد يبلغ تركيزه فى كرات الدم الحمراء ١٠ أمثال أعلا من الزئبق غير العضوى. وهذا يؤثر على كمية الزئبق المرشحة خلال الكلى. ونسبة الكرات الحمراء : البلازما فى ميثيل زئبق يوجد أعلاها فى الفأر وأقلها فى الإنسان. وكذلك فإن الفأر أعلا نسبة للدم - المخ والإنسان أقلها.

ويتم إفراز الزئبق أساساً مع البول وفى الإنسان فإن نصف العمر الإخراجى ٧٠ يوماً وفى الفأر ٧ أيام. وقد تمت دراسة إفراز الزئبق فى الفأر وهو فى ثلاث خطوات: الطور الأول السريع ويشمل ٣/١ المجموعة الكلية ويرتبط بتركيزات عالية للزئبق فى الكبد والبراز. والطوران الآخران الأبطأ يشملان نصف عمر قدره ١٣٠ يوماً ويرتبطان بإفرازه فى البول.

والربط مع ميتالوثيونين metallothionein يلعب دوراً حامياً فى كل من الكبد والكلى وفى الكبد يقل إفراز الزئبق بالتغذية على غذاء عال فى الخارصين وفى الكلى يرتبط إفراز الزئبق بزيادة ميتالوثيونين البول.

ميكانيزم التأثيرات السمية

بعد إمتصاصه - سواء من القنوات الهضمية أو التنفسية - يحدث الزئبق عدداً من المظاهر تؤثر على النخاع والكلى والجلد وكريات الدم. وفى الأطفال يحدث عَرَض معقد يسمى المرض الوردى أو مرض الأطراف acrollynia. وهذه تتميز باحمرار الشفاة والمرىء وفقد الأسنان ولسان مثل الفراولة والإنتفاخ وإحمرار وتقشر الجلد desquamation مع أطراف أصابع وردية أو حمراء وكذلك راحة اليد وباطن القدم وكذلك إحمرار الأغشية المخاطية وكراهية النور photophabia وتضخم العقد اللنفاوية المخية ووجع فى المفاصل وفقد الشهية وتخثر الدم فى الأوعية. ومن الناحية العصبية فقد لوحظ سرعة الهياج وعدم الإهتمام والسلوك الإنعزالى وضعف العضلات القريبة والتوتر hypotonia ونقص فى الفعل المنعكس.

وقد حدث إزدياد ميثيل زئبق فى اليابان والعراق. فقد حدث فى الأطفال أعراض تشبه الشلل

الدماغي cerebral-palsy-like symptoms بما فيها تأخر التأثير السيكولوجي وعدم القدرة على تنسيق الحركات العضلية الإرادية ataxia وحركات اليدين athetotic movements وتقلص حقل الرؤية.

ويحدث للجنين إنخفاض في الوزن عند الولادة وتَدَن في قشور المخ والمخيخ dysplasia of the cerebral & cerebellar cortices ونمط هجرى شاذ للوحدات العصبية.

والتعرض لبخار الزئبق نتج عنه ضيق تنفسي وفشل كلوي بحيث يحتاج إلى نث وتهيج شديد في الفم والمرىء وأمراض مشابهة لأعراض البرد. ويظهر البروتين في البول.

والتعرض للزئبق ٢٠ - ٣٥ سنة ينتج عنه ضعف في العضلات والتوازن وزيادة الإرتعاش ونقص الإحساس. ويبقى الزئبق في الأعصاب عدة سنوات بعد أن يقف التعرض له ويمكن أن يحدث الزئبق تجمع اللويحات وزيادة إنتاج الايكوسانويدات eicosanoids في اللويحات.

المستويات السامة في الإنسان

التركيزات العادية في البول هي أقل من ١٠٠ نانوجزيء/ لتر $nmol\ l^{-1}$. وفي الأطفال فإن مرض وجع الأطراف acrodynia حدث عند تركيزات قليلة ٢٤٩ نانوجزيء/ لتر $nmol\ l^{-1}$ (٥٠ ميكروجرام/ لتر). وتركيزات البول لاترتبط مع مستويات الزئبق المحيطة نظراً لطول نصف العمر في الجسم (حوالي ٤٠ - ٧٠ يوماً) . محتوى الشعر من الزئبق علامة على التسمم به فهو يبلغ فيه ٢٥٠ مرة مثل الدم والعادى هو أقل من ٧,٥ ميكروجرام/جم من الشعر.

مدى الأخذ الغذائي

معظم المنتجات تقع في الحدود المقبولة ٥٠ جزء في البليون. وإستنشاق الزئبق هام ويمكن تحديده بعد ٣٠ ق. وحد السماح بالتعرض لبخار الزئبق لـ ١٠ ساعات/يوم هو ٢٥٠ نانوجزيء/م٣ $nmol\ m^{-3}$ (٥٠ميكروجرام/ م٣) بينما تحدده هيئات أخرى بـ ٢,٥ نانوجزيء/م٣ $2.5\ nmol\ m^{-3}$ (٠,٥ ميكروجرام /م٣).

العلاج

يستخدم ثنائي ميركابرول dimercaprol و د-بنيسيلامين D-penicillamine في معاملة ضحايا التسمم بالزئبق. (Macrae)

زؤان darnel

الإسم العلمي *Lolium temulentum*

الفصيلة/العائلة: النجيلية Gramineae (grass)

بعض أوصاف

حولي أو مستديم سيقانه مستقيمة وأوراقه مسطحة وأنصال مستقيمة خفيفة. وهو الـ tares التي ذكرت في الانجيل ويسبب فطر متطفل فهو سام للماشية. ويجب تنقية الحبوب منه. (الشهابي)

زيروفثالميا/جفاف اللبن xerophthalmia

أنظر: ريتينول

زيلوز xylose

أنظر: أحماض نووية

زب

زبيب raisins

أنظر: عنب

زبد

زبد butter

فى تصنيع الزبد فإن الكريمة تعرض لتقليب شديد أو مخض churning الذى يسبب هز واحتكاك لحبيبات الدهن إلى درجة أنها تتهدم وتتجمع مع بعضها ويتحول مستحلب الزيت فى الماء إلى مستحلب ماء فى زيت للزبد.

❖ **أنواع الزبد**

• كريمة حلوة

١ – مملحة حوالى ٢٪ ولكن قد يختلف من ١,٥–٣٪.

٢ – غير مملحة.

• **لاكتيك**

١ – مملحة خفيفاً ونسبة الملح تبلغ تقريباً ١٪.

٢ – غير مملحة..

والشرش يبلغ الملح به ٢٪

❖ **المواد الخام**

• **الكريمة**: العناصر الأساسية هى:

١ – لبن نظيف. ٢ – فصل نظيف للدهن. ٣ – بسترة كُفْأة. ٤ – ضبط درجة الحرارة أثناء التخزين. ٥ – العناية فى تناول الكريمة.

إن اللبن الطازج مع إعداد كائنات حية دقيقة تبلغ حوالى ٢٠٠٠٠ كائن /مل يمكن أن يوجد وفى هذا اللبن كل حبيبة دهن محاطة بغشاء يتكون من فوسفوليبيدات وبروتين وسماكته تبلغ ١٠ نانومتر وهو حساس للإحتكاك. وبتعريض اللبن للطرد المركزى تنفصل الكريمة عن اللبن الفرز ويجب الحذر من تعريض غشاء حبيبات الدهن للضخ أو الإنزعاج. وتتطلب الطرق التقليدية نسبة دهن ٣٠ – ٣٥٪ ولكن الطرق الحديثة تتطلب ٤٠ – ٤٤٪ دهن زبد للكريمة الحلوة، ٣٨ – ٤٠٪ دهن زبد للكريمة الحامضية أو الملقحة.

وعادة تعامل الكريمة بتسخينها إلى ٦٣°م لمدة نصف ساعة وهذه تصلح للكميات الصغيرة. أما الكميات الكبيرة فتعامل فى مبادل حرارى بالحرارة العالية والوقت القصير ع.ح.ق.م HTST على درجة حرارة ٧٢°م لمدة ١٥ ثانية. وهناك خطورة أن التأكسد التزنخي – والذى يشجع عليه هجرة النحاس من السيرم إلى حبيبة الدهن – ولذا فإنه ينصح بأن تعامل الكريمة بدرجة حرارة ٧٧°م لمدة ١٥ ثانية ومع ذلك فإن فى الطبيعة تعامل الكريمة بدرجة حرارة ٨٠°م وأعلا. ودرجة حرارة ٨٥°م لمدة ١٧ ثانية تنتج نكهة الكرملة المحبوبة.

والمعاملة بالحرارة تحت فراغ vacreation تجرى فى نيوزيلندا ثم يبرد إلى ٦٠°م ثم يبرد فى مبادل حرارى إلى ٥°م وإن أدت الحرارة الكامنة المنطلقة إلى رفع درجة حرارة الكريمة بمقدار ٧ – ٨°م ويحتفظ بدرجة الحرارة على ٥°م لمدة لاتقل عن ٨ ساعات.

ويعمل معدل التبريد ودرجة حرارة الحفظ دوراً هاماً فى حجم البلورات وفى نسبة المواد الصلبة إلى السائلة الدهنية فى الحبيبات.

• **الماء water**: يجب أن يكون الماء على درجة عالية من نقاوة الكائنات الدقيقة.

• **مزارع اللاكتيك lactic cultures**: مزرعة من الكائنات الدقيقة اللاكتيكية:

Lactococcus lactis subsp. *cremoris* (*Streptococcus cremoris* سابقاً)، *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* (*Streptococcus lactis*), *Lactobaillus lactis* biovar. *diacetylactis* (*Streptococcus diacetylactis*)

يمكن إضافتها للكريمة للحصول على النكهة والعبير المرغوبين.

وأهم مُنتِجات العبير هــى:

L. lactis biovar. *diacetylactis* وال *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*.

• **الملح**: يعمل الملح على زيادة النكهة وكمادة حافظة. والتخزين القصير يتم على درجة حرارة -١٨°م سواء أضيف الملح أم لا، أما الزبد للتخزين طويل المدة فالزبد لاتملح وتخزن على -٢٥°م.

❖ **عمليات الإنتاج**

manufacturing processes

• **المخض churn**: إن المخض فى خفاض سعة من عدة لترات إلى ٤٥٠٠٠ لتراً يصنع من الخشب أو الصلب غير القابل للصدأ ومع المخض المصنوع من الخشب بمعاملته بالماء الساخن ثم بالماء البارد مباشرة وهذه المعاملة تترك فلما من الماء على سطح الخشب وتمنع الزبد من الإلتصاق. وكل المنتجات الخشبية يجب أن تحفظ مبتلة حتى الإستعمال. أما الآلات المصنوعة من الصلب غير القابل للصدأ فإنها تعامل بمنظفات تحتوى سيليكات حتى يمكن الحصول على السطح غير الملتصق.

ومخضات الزبد تكون برميلية أو مخروطية مع شغالات مثبتة أو متحركة داخلية ويدار المخض فتعمل الإدارة والضرب على تكسير الكريمة مكونة حبيبات الدهن (الطور الدهنى) ومخيض اللبن buttermilk (الطور المائى).

وتخرج غازات ك أ، الناتجة من تخمر البكتريا ويجب إخراج هذه الغازات للحصول على ضغط متساو عن طريق الضغط على صمام فى الغطاء. وتتكون حبيبات دهن الزبد - فى الطريقة التقليدية - فى ١٥ - ٢٠ ق ومن المستحسن عدم السماح لها بالنمو وتكوين كتل مما يحدث توزيعاً غير متناسب للمخيض. والمخض اليدوى يحتفظ بالحبيبات بقطر ٣ مم تقريباً. ويضاف ماء مبرد على ٥°م لتصليب وضبط حجم الحبيبات وإزالة أى أثار للمخيض وهذا الغسيل ليس ضرورياً إذا كانت الكريمة جيدة القيمة وأستخدمت الطرق الصحية.

ويضاف الملح جافاً أو على صورة مأج ١٠٪ وبذا لايلزم إضافة ماء مبرد. أما فى التمليح الجاف فإنه يرش على الزبد للحصول على ٢٪ ملح فى الناتج النهائى.

وتُشَغَل حبيبات الدهن لإزالة أى رطوبة زائدة وخلق قطيرات ماء موزعة جيداً ومتجانسة ولانتاج

قوام "مقفول" وناتج ملون بالتساوى وهذا يحدث إما داخل المخض بإستخدام "الشغالات" أو خارجه. وفى أثناء فترة التشغيل والتصفية وإضافة الملح الجاف تقدر نسب الرطوبة والملح وتقدر النقطة النهائية عندما تكون نسبة الرطوبة ١٥,٥ - ١٦٪ ثم تزال الزبد من المخض للتهيئة. ونسبة الماء يجب ألا تزيد عن ١٦٪.

• **الزبد الملقح cultured butters**: تلقح الكريمة بمزرعة ١٪ وتخض على ٢٠ - ٢٧°م للحصول على جـ يد ٥,٣ - ٤,٧ ثم تبرد الكريمة لوقت التخمر وللحصول على درجة تبلر مرغوبة للدهن.

ويمكن أن يتبع طريقة جديدة هى طريقة نيزو NIZO وهى تتخلص فى مخض الكريمة الحلوة وإضافة مركز شرش ملقح ومزرعة بكتيريا بعد عمل حبيبات الدهن.

ويمكن إضافة نوعين من مزارع بادئات إلى المخض فى طور التشغيل. والإرتباط بين البكتريا المنتجة للعبير القوى والحموضة فى مخلوط المزارع ينتج جـ يد نهائى ونكهة زبد تشابه تلك الناتجة من الزبد الملقح التقليدى.

وإضافة ناتج تقطير البادىء يعطى طريقة بديلة لتنكيه الزبد دون الحاجة لآلات المزارع culturing equipment.

• **الأجهزة المستمرة**: تمتاز هذه الأجهزة بالصحة وضبط الجودة والكفاءة، وتحضير الكريمة يشبه الطرق التقليدية فتضخ إلى المرحلة الأولى لعمل الزبد على درجة حرارة وسرعة ثابتتين. ويتكون عمل الزبد من: ١- الضرب والمخض. ٢- جزء التشغيل.

١- الضرب والمخض: يعمل الضارب فى غرفة أسطوانية وفيها يكسر غشاء الحبيبة ويبتدىء التكتل الأولى ثم تنقل الحبيبات الصغيرة والمخيض إلى غرفة المخض وهذه تتكون من أسطوانة حيث يحدث المخض النهائى وفيها مرشح مخرم - أسطوانة فصل - لفصل المخيض من حبيبات الدهن. ومن الممكن عمل تبريد بإدارة ماء مبرد فى جدر كلا الغرفتين. ثم يسمح لحبيبات الزبد بالنمو إلى الحجم المطلوب. ويمكن أن تختلف سرعة الضارب ودرجة حرارة المخض وكذلك نسبة الدهن فى الكريمة ويمكن لصانع الزبد من ضبط هذه المعالم تبعاً للفصل من السنة والأجهزة والقوام وتلازج الزبد الناتج.

٢- التشغيل: ينقل الزبد خلال حلزون وعملية العجين أو التشغيل للزبد تؤثر على جسم وقوام الناتج النهائى وحبيبات الرطوبة يجب أن تكون دقيقة وموزعة جيداً. ويضاف الملح - إذا كان مرغوباً - على هيئة ٥٠٪ تقن slurry مشبع. ويمكن إضافة الماء لتعديل الرطوبة النهائية. وفى حالة الزبد اللاكتيك فإن خليط النكهة المقطرة أو مركزات مزارع البكتيريا تضاف فى هذه المرحلة. والجزء الثانى من قسم التشغيل يعمل على سرعة أكبر كثيراً للمساعدة على خلط المزرعة أو الملح. ويتم التبريد بماء مبرد. والصلة بين جزءى قسم

التشغيل تكون تحت فراغ وبذا يهوى الزبد بإنتظام مما يعطيه قواماً مقفولاً.

وجسم الزبد وقوامه اللذان تم تشغيلهما تحت فراغ يختلفان عن التركيب المفتوح للزبد المشغل بالطرق التقليدية فما كان مرغوباً فى الطرق التقليدية قد لايكون كذلك هنا. وهناك تنك توازن مابين صانع الزبد butter maker والتعبئة للسماح بالوقوف/العطل أثناء الإنتاج فيعمل ترولى الزبد على إنسياب الزبد من صانع الزبد إلى أجهزة التعبئة.

• التعبئة packing

- الجملة whole sale: تعبأ فى عبوات ٢٥ كجم من الكرتون وهذه تبطن بورق بارشمنت أو عديد إيثيلين ملون. ويغذى الزبد إما يدوياً أو يضخ ويشق الزبد بناقل حلزونى خلال فوهة مناسبة إلى الكرتونة المبطنة وعندما تمتلىء الكرتونة يقفل الزبد ويقطع بواسطة سلك مسخن وتقفل الكرتونة وتُرَمّز. والكميات العادية هى ٥٠ وحدة لكل ٢٥ كجم زبد. وفى الإنتاج الأكبر يتم ذلك آلياً.

- التجزئة retail: معظم الزبد يتم فى وحدات من ٢٥٠ أو ٥٠٠ جم ويختلف الشكل من قوالب إلى أسطوانات فى رقائق معدنية أو ورق بارشمنت ويلاحظ أن الزبد يكون طرياً فأى خطأ فى التناول يؤدى إلى تغير الشكل.

• الزبد معاد التشغيل reworked butter: عندما لايكون هناك زبد يكفى لعبوات التجزئة فإنه يتم تشغيل زبد من العبوات الجملة (٢٥كجم) فى عملية تسمى attempered "التكييف" أى جعلها فى درجة حرارة تصلح للتعبئة (من -١٨ إلى -٢٥°م) فتوضع فى مخزن على ٥ - ٨°م وقد تستعمل أنفاق من موجات قصيرة للتسخين ثم تخلط ويضبط فيها نسبة الملح بطريقة مستمرة للحصول على نسبة الرطوبة والملح المناسبين للتعبئة.

❖ تقدير الناتج product evaluation

من الضرورى التأكد من خواص الكائنات الدقيقة والخواص الكيماوية والحسية بأخذ عينات من الزبد:

• الكائنات الدقيقة microbiological: أهمها هى:

العد الحى الكلى total viable count:

الهدف < ١٠٠٠ وحد أقصى ٥٠٠٠

أشكال كولى : لاتوجد فى ٠,١/جم

الخميرة والفطر أقل من ١٠/جم

وإن كان من الصعب الوصول إلى هذه المعايير

• الكيماوية chemical: يجب أن تحتوى الزبد على الأقل ٨٠٪ دهن لبن وليس أكثر من ٢٪ جوامد لبنية غير دهنية وليس أكثر من ١٦٪ ماء. وإذا زاد محتوى الملح عن ٣٪ فإنه يمكن أن يخفض الدهن إلى ٧٨٪. ويتم مراقبة مستويات الرطوبة والملح أثناء التصنيع.

• التدريج الحسى organoleptic grading: يتم هذا بإستخدام شخص متمرن. يعمل التدريج

فى مدة لاتقل عن ٤٨ ساعة من التصنيع حتى يمكن للزبد أن يبرد ويستقر settle. ودرجة حرارة الزبد عند التدريج يجب أن تكون ١٠ °م. فتؤخذ عينة بجهاز يسمى حديدة الزبد butter iron.

والصفات التى تختبر عند التدريج:

١- النكهة والعبير: وتختبر بالشم والذواق ويجب أن تبتلع.

٢- الجسم والقوام: فالزبد الدرجة الأولى يجب ألا يكون لها جسم مقفل وقوام شمعى. ومظهر الزبد على الحديدة iron يعطى المدرج معلومات كثيرة. وتقسم العينة لمعرفة القوام مع ملاحظة سطح القطع.

٣- المظهر: التساوى فى اللون وغياب التبقع mottling مما يعطى الزبد مظهراً براقاً نظيفاً مطلوباً فى الزبد عالى الجودة.

٤- غياب الرطوبة الحرة: الزبد المصنع بالطريقة التقليدية كثيراً مايكون له قوام مفتوح جداً very open texture. والرطوبة الحرة كانت تعتبر عيباً ولكن إستخدام الطرق المستمرة فإن هذا العيب لايكاد يرى. وإذا وجدت الرطوبة فإنها تظهر كبقيعات على السطح المقطوع.

وكل من هذه الخواص يعطى تدريجا يختلف وأحدها كالآتى:

الخاصية	الدرجة (أقصى حد)
النكهة والعبير	٥٠
الجسم والقوام	٢٠
اللون والمظهر	٢٠
غياب الرطوبة الحرة	١٠
الجملة	١٠٠

والزبد يوضع فى تدريج مناسب "المختارة جيدا extra selected" حصلت على ٩٣ فقط منها مالايقل عن ٤٧ نقطة للنكهة والعبير.

• **العيوب defects**: يمكن أن تعزى العيوب إلى سببين:

١- جودة اللبن أو الكريمة ومناولتها. ٢- عيوب فى الإنتاج أو إرتباطات بينها. فاللطخات وجسوء الكائنات الحية الدقيقة يعطى نكهات غير مرغوبة. ونقص عمر الرف والعبير الفيزيقى يمكن أن يحدث من ظروف صحية سينة أو استخدام درجات حرارة غير مناسبة أو إستخدام مضخات غير مناسبة أو التقليب الزائد.

وعدم وجود توازن بين السرعة فى القسم الأول لصانع الزبد وإنسياب بطىء جدا للكريمة يسبب أن الحبيبات تكون كبيرة جدا وبالتالى فإن مخيض اللبن لايصفى جيدا وينتج زبد مخطط streaky وذا جسم ضعيف مع رطوبة حرة.

وتحت الخض/الخض غير الكافى مع إنسياب عال وسرعة مخض بطيئة ينتج عنه حبيبات صغيرة وفصل غير كامل للدهن والوسط المائى وهذا يعطى زبدا ذا نسبة رطوبة مرتفعة جدا ولون باهت.

والشغل الزائد الذى يعود إلى - على سبيل المثال - زيادة الناتج فى جزء التشغيل أو سرعة الناقل الزائدة أو فتحات محدودة جدا - يعطى زبدا ضعيف الجسم وملتصق ويصعب مناولته ويفقد نقاطا فى التدريج.

وزبدة ذو قوام مفتوح مع نسبة ملح غير متساوية وكذلك رطوبة غير متساوية قد ينتج عن سرعة

المثقب البطيء جداً أو فراغ غير كاف أو ناتج قليل فى قسم التشغيل أو تحديد غير كاف عند الفتحات.

والزبد المبقعة مع زيادة فى الرطوبة أو الملح يمكن أن تنتج عن نسبة ملح : ماء غير مضبوطة فى التقن أو تقن لم يخلط جيداً.

والزبد المعبأ فى مبردات له حياة محدودة. وتظهر العيوب بالتعرض للضوء. واللطخ قد تظهر إذا خزن الزبد بالقرب من نكهات أو روائح قوية.

ويحتفظ الزبد إذا خزن جيداً لمدة ٢ شهر فى حين أن الزبد المعبأ فى ورق بارشمنت يظهر عيوباً بعد ٤ - ٦ أسابيع.

• **الخواص**

- **التركيب الدقيق:** إن تهيئة الكريمة تؤثر على تبلر الدهن فى الحبيبات فالبرودة-الدفء-البرودة فى عملية التهيئة ينتج عنها حبيبات ذات سطح سميك من دهن صلب وتجمع بلورى من درجات مختلفة من الدهن السائل فى الداخل. وهذا النوع من حبيبة الكريمة يمكنه أن يتحمل الضغط الميكانيكى أثناء المخض وبالتالى يعطى زبداً أطرى مع نسبة عالية من الدهن الكروى مما لو حصل عليه من معاملة كريمة باردة. وقد تبين من الدراسات المجهرية الاليكترونية كيف يمكن للشغل الميكانيكى أثناء العملية أن يهدم كريات الدهن منتجاً تركيب زبد متجانساً مع طور متبلر بين كروى وبالتالى زبد متماسك.

- **التغير الكيماوى أثناء المخض:** الزبد هو أساساً تركيز لدهن اللبن مع بعض الماء والمواد الصلبة غير الدهنية م.ص.غ.د MSNF ويعكس تكوين الدهن فى الزبد تكوينه فى اللبن بالرغم من فقد بعض الفوسفوليبيدات والاستيرولات والأحماض الدهنية الحرة خاصة الأحماض الدهنية الطيارة فى مخيض اللبن أثناء الفصل والمخض. ويحدث تغير أكبر فى حالة دهن اللبن الفيزيقية أثناء المخض عن حالته الكيماوية الطبيعية لمكوناته. وبالرغم من ذلك فإن تقليب اللبن أثناء الحلب وحفظه لمدة طويلة فى المزرعة وفى المصنع قبل بسترته يؤدى إلى زيادة فى تركيز الأحماض الدهنية الحرة وبالتالى ينتج عنه نكهة التحلل الدهنى. وزيادة التحلل الدهنى ربما نتجت من زيادة تعرض للإنزيمات الليبوليتية بسبب هدم أو فقد غشاء كريات الدهن. وفى زبد الكريمة الحلوة وبخاصة الزبد غير المملح فإن تأثر النكهة ينتج عن التزنخ الليبوليتى.

❖ **الخواص الكيماوية والفيزيقية للزبد**

• **التكوين الكيماوى والتحليل:** يحتوى الزبد على ٨٠ - ٨٤٪ دهن لبن، ١٥,٣ - ١٥,٩٪ ماء وحوالى ١٪ جوامد لبنية غير دهنية (كازين ولاكتوز ومعادن) و ٠,٠٣ - ١,٨٪ ملح. ودهن اللبن هو الدهن الوحيد المسموح به والزبد قد يكون محلى أو لا ولكن لايحتوى على أى مضادات أكسدة. وقد يسمح بإضافة الأناتو أو الكركم أو الكاروتين ويسمح بأملاح التعادل ومزارع حمض اللاكتيك فى إنتاج الزبد المنضج أو اللاكتيكى. ودهن اللبن يحتوى نسبة عالية من الأحماض الدهنية الذائبة فى الماء خاصة حمض البيوتريك وهى الأساس فى رقم

رايخرت- ميسل Reichert-Meissel وكرشنر Kirschner وكذلك الطرق الكروماتوجرافية الحديثة لتحديد غش الدهن. والرقم اليودى يدل على زبد صيفى أو شتوى وله قيمة تجارية أيضا (الجدول ١).

جدول (١): الثوابت الكيماوية لدهن اللبن.

الثابت الكيماوى	القيمة
رقم التصبن	٢٢٠ – ٢٤٠
= مجم بوتاسا كاوية لازمة لتصبن ١ جم دهن.	
الرقم اليودى	٢٦ – ٤٢
= جرام يود يتفاعل مع ١٠٠ جم دهن.	
رقم رايخرت ميسل	٢٠ – ٣٥
= مل ٠,١ ع قلوى التى يتطلبها معادلة أحماض دهنية متطايرة قابلة للذوبان فى الماء والمقطرة من ٥جم من الدهن المتصبن.	
رقم بولنسكى	١,٠ – ٣,٣
= مل ٠,١ ع قلوى التى يتطلبها معادلة الأحماض الدهنية الطيارة غير الذائبة فى الماء والمقطرة من ٥جم دهن متصبن.	
رقم كيرشنر	١٨ – ٣٠
= مل ٠,١ ع قلوى التى يتطلبها معادلة الأحماض الدهنية المتطايرة الذائبة فى الماء المقطرة من ٥جم من الدهن المتصبن والتى تكون أملاح فضة ذائبة.	

وبالرغم من أن ٤٥٠ حمض دهنى قد حددت فى دهن اللبن فإن أثنى عشر منها تلعب دوراً جوهرياً فى تقدير خواصه الطبيعية والكيماوية (الجدول ٢).

وبروفيل الأحماض الدهنية لدهن اللبن يحصل عليه أولا بتحضير الاستر الميثيلى للأحماض الدهنية الطيارة ثم فصلها بكروماتوجرافيا غاز سائل ك.غ.س GLC باستخدام عمود مرصوص أو شعرى ومحدد لهب أيونى flame ionization detector ويحصل على شكل الجليسريدات الثلاثية باستخدام عمود شعرى فى ك.غ.س GLC مع إنحلال على أساس عدد ذرات الكربون ودرجة عدم التشبع وكذلك يمكن إستخدام ك.ح.أ.س HPLC فى تحليل الجليسريدات الثلاثية ونترات الفضة ك.ط.ر TLC. و ك.غ.س GLC على درجة حرارة عالية يمكن أن تعطى معلومات عن تركيب دهن اللبن.

جدول (٢): تكوين الأحماض الدهنية فى جليسريدات دهن اللبن .

الحمض الدهنى	جم/١٠٠ جم حمض دهنى		القسم
٤ : صفر	٣,٣	٤,٩	مشبعة قصيرة السلسلة
٦ : صفر	١,٦		
٨ : صفر	١,٣	٧,٤	مشبعة متوسطة السلسلة
١٠ : صفر	٣,٠		
١٢ : صفر	٣,١		
١٤ : صفر	٩,٥	٥٠,٤	مشبعة طويلة السلسلة
١٦ : صفر	٢٦,٣		
١٨ : صفر	١٤,٦		
١٦ : ١	٢,٣	٣٢,١	أحادية عدم التشبع
١٨ : ١	٢٩,٨		
١٨ : ٢	٢,٤	٣,٢	عديدة عدم التشبع
١٨ : ٣	٠,٨		

- **العوامل التى تؤثر على التكوين الكيماوى:** إن الأحماض الدهنية فى دهن اللبن يمكن أن تقسم إلى: هذه المخلقة من جديد de novo فى الغدة الثديية ك$_{٤}$ – ك$_{١٤}$ ونسبة من ك$_{١٦}$ إلى هؤلاء التى تؤخذ بواسطة الغدة من الدم الدائر ونسبة من ك$_{١٦}$ والأحماض الدهنية الطويلة ك$_{١٨}$. والعوامل المؤثرة على هذين المصدرين هى طور الإرضاع والغذاء فتغيرات الأحماض القصيرة ك$_{٤}$ – ك$_{١٤}$ تعزى لطور الإرضاع بينما تغيرات الأحماض الطويلة ك$_{١٦-صفر}$، ك$_{١٨-صفر}$، ك$_{١٨:١}$ تعزى للغذاء. فالرعى فى الصيف يؤدى إلى لبن ذى دهن طرى مع خفض فى ك$_{١٦:صفر}$ وزيادة فى ك$_{١٨:صفر}$، ك$_{١٨:١}$ بينما يحدث العكس فى الشتاء نتيجة التغذية على المركزات والسيلو.

والإضافات لغذاء البقر من زيوت أو دهون يساعد على زيادة الطاقة. وهذا الغذاء يميل إلى زيادة الأحماض الدهنية ك$_{١٨:صفر}$، ك$_{١٨:١}$ بينما يقلل من الأحماض الدهنية القصيرة ك$_{٦}$ – ك$_{١٦}$.

والدهون المحبة تسمح للنشاط الأيضى للمجترات بأن يتقدم غير متأثر بالكميات الكبيرة من الدهن وقد استخدمت هذه التقنية لإنتاج زبد ذى مستويات عالية من أحماض دهنية ك$_{١٨:٢}$ مع تحسن فى بسطيتها spreadability على أن الزيادة فى مستويات الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع يعزز من تعرض دهن اللبن للأكسدة ويؤدى إلى دهن طرى جـــداً وتزييت oiling off عند ٢١°م.

وفى تقنية مبادلة اعتمد على تحويل ك$_{١٨:صفر}$ إلى ك$_{١٨:١}$ والتى تحدث فى تخليق دهن اللبن بواسطة إنزيم الديساتيوراز desaturase فى أمعاء البقرة والغدة الثديية. فالغذاء يجب أن يعطى نسبة عالية من أحماض دهنية ك$_{١٨}$ (مثل الصويا أو السلجم) لكى يسمح بالنشاط غير التشبيعى فى النسيج البقرى. ودهن اللبن الناتج يكون له مستويات زائدة من ك$_{١٨:١}$ (حمض أوليك) ومستويات منخفضة من ك$_{١٦:صفر}$ (حمض بالمتيك) والأحماض الدهنية أحادية التشبع هى أقل إحتمالاً للتأكسد من الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع وزيادة محتوى حمض الأوليك فى الزبد يزيد بكثير من بسطيتها على درجات الحرارة المنخفضة.

• **الخواص الطبيعية:**

- **معامل الإنكسار** لدهن اللبن على ٤٠°م كان يعد من دلائل نقاوته ولكن كثير من الدهون المستخدمة فى صناعة المرجرين تعطى أرقاماً مشابهة ويمكن قياس الكثافة النسبية على درجات حرارة مختلفة ولو أن الإختلاف فى الكثافة النسبية لدهن اللبن مع الدهون الأخرى يكون أعلاه فى حوالى ٤٠°م .

جدول (٣): الثوابت الفيزيقية لدهن اللبن.

الثابت الفيزيقى	القيمة
معامل الانكسار (٤٠°م)	١,٤٥٢٤ – ١,٤٥٦١
الكثافة النسبية (٣٧,٨°م)	٠,٩١٠ – ٠,٩١٣
مدى الانصهار	٢٨ – ٣٣°م
مدى التصلب	٢٤ – ١٩°م

إن توقف مدى التصلب على معدل التبريد وتأثير التاريخ الحرارى السابق على مدى الإنصهار وكذلك تذويب/انحلال dissolution بلورات

الدهن أثناء التسخين بدلا من ذوبانها معناه أنها لاتتوافق مع درجات حرارة مدى الإنصهار والتصلب. ويمكن الحصول على سلوك دهن اللبن باستخدام قياس معدل إمتصاص الحرارة differential scanning colorimetry (ق.ع.م.ح DSC) وهي مبنية على أساس التغير الحراري الذي يحدث في المادة أثناء تسخينها وتبريدها.

ومحتوى الدهن الصلب في لبن الدهن على مدى من درجات الحرارة يمكن قياسه بالرنين المغناطيسي النووي (ر.م.ن NMR) وهذه التقنية تعمل على أساس أن البروتونات الموضوعة في حقل مغناطيسي قوي يمكنها تحت ظروف معينة من إمتصاص طاقة من الموجات المغناطيسية الكهربية وتعتمد على الحالة الفيزيقية للبروتونات وتسمح بتحديد الدهن الصلب (د.ص SF ٪).

- الإنسيابية rheology: يمكن أن يوصف الزبد بأنه دهن لدن والمادة اللدنة تنساب عندما يقع عليها ضغط أكبر من القيمة الحدية limiting value (قيمة الخضوع yield value)، هذا في المصطلحات الإنسيابية rheological terms. وإتحاد الألبان الدولي International Dairy Federation (أ.ل.د IDF) قد اتخذ المخرام المخروطي cone penetrometer كطريقة سهلة وسريعة ورخيصة مع تكرار مقبول. وهو يربط عمق النفاذية (ن ρ) إلى ضغط الخضوع الظاهري (ض.خ.ظ AYS) بالمعادلة

$$AYS = gW / \pi \rho^2 \tan^2 (\text{cone angle} \div 2)$$

ض.خ.ظ = ج ش ÷ π ن² ظا² (زاوية المخروط ÷ ٢)

حيث: ج = التسارع نتيجة الجاذبية الأرضية g

ش = كتلة المخروط W

ولمزيد من المعلومات عن الخواص القوامية للزبد فإن إختبار ضغط ذي عضتين بإستخدام جهاز إختبار انسترون Instron Universal Testing Equipment يمكن أن يجري وهذا يعطي بروفيل القوام بحيث يمكن قياس قابلية الإنكسار fracturability والصلابة وقوة التماسك springiness and cohesiveness.

- العوامل المؤثرة على تلازج الزبد factors influencing butter consistency

إن نسبة الدهن الصلب في الزبد ترتبط مع تماسك الناتج وتتأثر بغذاء البقرة. والتغذية مسئولة عن إختلاف التماسك بين زبد الصيف والشتاء وترتبط بالتغير في تكوين الأحماض الدهنية في دهن اللبن وهذا يرجع إلى التغير من رعي الصيف إلى مركزات سيلو الشتاء.

وعدد وحجم بلورات الدهن يؤثر أيضا على التلازج ويحددها درجة حرارة التبلر ومعدل تعتيق الكريمة. والتبريد البطيء أو ذو الخطوات يشجع على تكوين بلورات أقل وأكبر حجماً ومحتوى أقل من الدهون الصلبة والذي يشجع على دهن طري.

والدهون اللدنة مثل الزبد لها شبكة بلورات ذات ثلاثة أبعاد مرتبطة مع بعضها بواسطة روابط جذب فان درفال Van der Walls العكسية الضعيفة وروابط أقوى غير عكسية تتكون حيث تكون البلورات قد نمت مع بعضها. وأثناء الشغل الميكانيكي على الزبد فإن صلابة الزبد تقل ولو أن

تماسك الزبد يزيد فى خلال عدة أسابيع فإنه لايبلغ القيمة الأصلية. والتنعيم أو الطراوة نتيجة الشغل يمكن أن يوصف بأنه تكسير للروابط فى شبكة البلورات ، بينما إعادة تكوين الروابط العكسية فى تركيب شبكة جديدة هو المسئول عن الزيادة المضطردة فى الصلابة. وهذه الخاصية من تنعيم/طراوة الناتجة عن الشغل استغلت فى إنتاج زبد أسهل فى البسط. وإستعادة الصلابة أثناء التخزين، وهو عامل يزيد بعدم إستقرار درجات الحرارة، يعنى أن الناتج يحتاج إلى ضبط كفء لدرجات الحرارة أثناء التسويق.

– الخواص الغذائية للزبد

الليبوبروتين منخفض الكثافة (ل.خ.ك LDL) والليبوبروتين عالى الكثافة (ل.ع.ك HDL) لها علاقة بمرض القلب التاجى (م.ق.ت CHD) وتصلب الشرايين atherosclerosis فتركيز عال من ل.خ.ك فى البلازما يبين أن هناك خطر م.ق.ت CHD والدهون المشبعة تميل إلى زيادة ل.خ.ك LDL والدهون عديدة عدم التشبع تميل إلى خفضها. ودهن اللبن ولو أنه يحتوى على ٣٠٪ حمض أولييك إلا أنه يعرف بأنه دهن مشبع ربما بسبب أن نسبة الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع الموجودة بسيطة. غير أنه إتضح أن الأحماض السيس وحيدة عدم التشبع تقلل من ل.خ.ك بينما تحافظ على التأثيرات الحسنة للـ ل.ع.ك HDL والتركيزات المرتفعة من الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع فى الغذاء قد تكون ضارة بصحة الإنسان فتزيد من إصابته ببعض أنواع السرطان. وعلى ذلك فالزبد الأحادى mono-butters والذى يحتوى على مستويات عالية من الأحماض الدهنية وحيدة عدم التشبع (معظمها حمض أولييك) تكون جذابة للمستهلك ليس فقط لتحسن بسطيتها ولكن أيضاً لأسباب صحية. وينصح بأخذ دهن أقل خاصة الدهن المشبع. ولكن يحسن عمل توازن مع المغذيات الأخرى فدهن اللبن مصدر جيد لفيتامين أ وهو يعطى كميات لابأس بها من فيتامين د للأطفال والحوامل والمرضعات. والدهون الغذائية إذا وجدت فى توازن صحيح جيدة للصحة ودهن اللبن يعطى نكهة وعبير جيدين وكذلك قوام وطعم فم حسن.

– المضافات والشوائب

الكيماويات مثل مضادات الآفات من أنواع الكلورينات العضوية وثنائى الفينيل الكلورينية العديدة polychlorinated biphenyls تميل إلى التجمع فى الدهن لأنها محبة له. ولكن نسبها التى وجدت فى الزبد أقل من المسموح به.

وخطر الشوائب فى اللبن من المنظفات والمطهرات واللدائن من مواد التعبئة والأنابيب يمكن أن يقلل بإستخدام طرق إنتاج خاصة فى المزرعة والمصنع. والمضادات الحيوية لها تأثيرها ويجب ضبط إنتاج العلف لتجنب نمو الفطر وإحتمال إنتاج زعافات فطرية. ولايوجد إلا القليل من إشابه/تلوث الزبد بواسطة المعادن الثقيلة ولكن الإشابة تأتى من الأجهزة حيث تسبب التلوث بالنحاس والحديد وهذه تعمل كمساعدات للأكسدة prooxidants.

وهناك بعض الإهتمام بمستويات النيوكلايدات المشعة radionuclides في اللبن فمنذ حادثة تشرنوبل Chernobyl فإنه وجد مشابهات يود[131]، سيزيوم[134] وسيزيوم[137] في اللبن ولكن الزبد كان به محتوى منخفض جداً من المشابهات التي توجد في السيرم.

باسطات لبنية dairy spreads

تتنافس الباسطات التقليدية مثل الزبد والمرجرين مع الباسطات اللبنية الجديدة والتي تشغل ٢٠٪ من السوق. وهذه الجديدة لها إنبساطية محسنة ومسعرة أحسن وبها أحماض دهنية غير مشبعة وفي بعض الأحيان محتويات دهن أقل. وأحسن باسط لبني يمكن الحصول عليه بخلط الكريمة أو الزبد مع زيت نباتي سائل مثل زيت الصويا. ومخلوط الكريمة والزيت النباتي يمكن أن يمخضا معاً ولكن إذا أضيف الزيت إلى الزبد نفسه فإن معدلات قص مرتفعة تكون مطلوبة لإحداث خلط جيد. وزيادة الزيت لتحسين الإنبساطية على درجات الحرارة المنخفضة ينتج عنه إنفصال الزيت oiling off على درجات حرارة عالية وكذلك فقد الجسم. وهذا يمكن التغلب عليه بتقليد منتجي المرجرين بإدخال نسبة من الدهن المشبع للمحافظة على الجسم ومساعدة ثبات المستحلب. ومثاليا فإن هذا الناتج يحتوي على زيت نباتي مثل زيت فول الصويا وعلى زيت مهدرج جزئياً وعلى كريمة وقد يصنع في صانع زبد مستمر butter maker أو بإستخدام مبادل حراري مكشوط السطح scraped-surface heat exchanger.

والدهن في هذين النوعين من الباسطات اللبنية حوالي ٧٣-٨٠٪.

والنوع الثالث من الباسطات اللبنية هو نوع منخفض الدهن. وفي الباسطات منخفضة الدهن فإن الطور المائي يكون من ٥٢ - ٧٥٪ إذا قورن بالزبد وهو ١٦٪. ويتكون طور الدهن من زيوت نباتية وزيوت نباتية مهدرجة مع دهن لبن وكيزينات الصوديوم أو مركز بروتين مخيض اللبن الذي يضاف للنكهة وأغراض ربط الماء/الإستحلاب. ولكن عند خفض نسبة الدهن فإن مستحلب الماء في الزيت يصبح أقل ثباتاً. وبروتين اللبن عندما يضاف إلى منتجات ذات مستويات دهن حوالي ٤٠٪ تميل إلى تشجيع مستحلب الزيت في الماء. وهذه المشكلة يمكن أن يتغلب عليها بزيادة مستوى بروتين اللبن وتغيير خواصه بالمعاملة الحرارية وبالإختيار الكفء لمستويات المستحلب والمثبت اللذين يحتاج إليهما لتثبيت المستحلب. وهذا الناتج والذي يشبه المرجرين يصنع بإستخدام تقنية المرجرين في مبرد ذي سطح مكشوط scraped-surface cooler لاتتاح تبلر عادة في شكل β. وأثناء الإنتاج فإنه من المهم لخواص الحفظ الجيد للناتج أن يكون هناك توزيع جيد للرطوبة مع عدد كبير من نقيطات الرطوبة المنفصلة مع غياب القنوات. والأنواع الثلاثة من الباسطات اللبنية تحتاج إلى أحواض tubs لأن المعادن الرقيقة أو البارشمنت لاتصلح لها. ولأن مستويات الأحماض الدهنية غير المشبعة تزيد ويزيد أيضاً مستوى الطور المائي (والذي ينتج عنه حجم أكبر لنقيطات الرطوبة) فيجب حفظ النواتج على

درجات حرارة منخفضة للمحافظة على جودتها الكيماوية ومن ناحية الكائنات الحية الدقيقة.
(Macrae)

والأسماء: بالفرنسية beurre، وبالألمانية Butter، وبالإيطالية burro، وبالأسبانية mantequilla.
(Stobart)

زرع

هيئة الأغذية والزراعة (هـ.أ.ز)
Food & Agriculture Organization of the United Nations (FAO)

هيئة الأغذية والزراعة هيئة ذاتية داخل الأمم المتحدة.

التاريخ وغرض هيئة الأغذية والزراعة

فى سنة ١٩٤٣ إجتمع زعماء العالم فى هوت سبرنجز Hot Springs وقرروا إنشاء هيئة للأغذية والزراعة وعقد أول إجتماع فى كويبك، كندا فى ١٦ أكتوبر ١٩٤٥ وقرروا أن يرفعوا من مستويات التغذية ويحسنوا من إنتاج وتوزيع الأغذية والمنتجات الزراعية.

ويعقد إجتماع كل سنتين حيث ينعقد المؤتمر conference وينتخب مجلس ومنه ينبع عدد من اللجان مثل لجنة السلع والأسماك والزراعة والغابات ومن أمثلتها وبالتعاون مع هيئة الصحة العالمية World Health Organization فإن لجنة مشتركة كلفت بوضع دستور الأغذية FAO/WHO Codex Alimentarius Commission والتى أصدرت ٢٠٠ معياراً غذائياً.

كما أن هـ.أ.ز هى مركز لتجميع البيانات ونصح الحكومات كما أنها تعمل على تطوير العالم.

سياسة الغذاء

الغرض هو اعطاء الأعضاء مايسهل عملهم فى وضع سياسات قومية فى ضوء التغيرات المرغوبة فى زراعة العالم. والغرض من غذاء عالمى مأمون world food security هو ضمان أن كل الناس فى كل الأوقات عندهم مايمكنهم من الوصول إلى إحتياجاتهم الغذائية سواء من الناحية الفيزيقية أو الإقتصادية.

سياسة ضبط الغذاء

هناك سياسة تهدف إلى زيادة إنتاج المزرعة وتركيز تصنيع الأغذية وتطور عدد كبير من الأسواق خاصة أسواق لمتطلبات المستهلكين لمنتجات غذائية مأمونة وغير مشوبة وبحالة جيدة. وإعتماد عدد كبير من الدول على الدخول من تصدير المواد الزراعية الغذائية وزيادة نمو التجارة العالمية فى الغذاء.
(Macrae)

زرنيخ arsenic

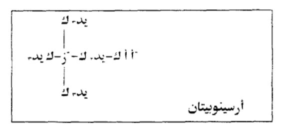
ينتشر الزرنيخ فى الطبيعة فهو يوجد كناتج ثانوى فى إنصهار النحاس والرصاص وعدة معادن أخرى. كما أنه يوجد فى أسمدة الفوسفات وفى مضادات الأعشاب والفطريات والحشرات والقوارض وفى الولايات المتحدة فإن مياه الشرب يجب ألا تحتوى على أكثر من ٥٠ ميكروجرام/لتر.

وهو يوجد فى الحبوب بنسبة ٠,٠٥ - ٠,٤ مجم / كجم، وفى الفاكهة ٠,٠٣ - ١,٠ مجم/ كجم، وفى الخضر ٠,٠٥ - ٠,٨ مجم / كجم وفى اللحم ٠,٠٥ - ١,٤ مجم / كجم وفى المنتجات اللبنية ٠,٠١ -

٠.٢٣ مجم / كجم. ويزيد في الأغذية البحرية حيث تركيزه في صورة غير سامة. ومتوسط المأخوذ اليومي هو ١٢ - ٤٠ ميكروجرام.

أيض الزرنيخ

يمتص الزرنيخ بواسطة القناة المعدية المعوية وهو يوزع على جميع الأعضاء والأنسجة غالبا معقداً مع α-جلوبيولين. ويوجد في الجلد والأظافر والشعر ويفرز في البول مع قليل في البراز. وهو يوجد في الأغذية البحرية كارسينوبيتان arsenobetaine



ويخرج في البول غير متغير.

والزرنيخ غير العضوي يمثل methylated في الكبد مع كب أدينوسيل ميثيونين S-adenosylmethionine.

الوظيفة البيولوجية وضرورة الزرنيخ
biochemical function and essentiality of arsenic

ربما عمل في تمثيل مجموعة ك يد٣ فهو يظهر في أرسينوكولين والذى يمكن أن يدخل في الفوسفوليبيدات ليحل محل الكولين. كما أنه يرتبط بشدة بمجموعات السلفهيدريل وهذا يعطل التفاعلات الإنزيمية.

والبعض يعتقد أن الزرنيخ يحمي جزئياً من الإنسمام بالسيلينيوم المزمن chronic selenosis حيث فيتامين نى يؤثر على إدخال السيلينيوم في الأنسجة. والدراسات على الفراخ تقترح أن الزرنيخ يتصل بأيض الخارصين فالحرمان من الزرنيخ تنقص أعراضه بإعطاء زيادة من الخارصين في الغذاء. وفي الماعز فإن إعطاء ٥٠ميكروجرام زرنيخ/ كجم من غذاء شبه-مخلق أدى إلى ظهور أعراض نقص الزرنيخ ومنها: أن إستهلاك العلف قل وهذا ارتبط بمعدلات نمو وإنتاج لبن أقل. ومعدل أجهاض أعلا، وإنخفاض الوزن عند الولادة. وقد تناول الماعز الضابط/للمقارنة control ٣٥٠ ميكروجرام/كجم.

ويمكن أن يقال أن الإحتياج اليومي للإنسان هو حوالي ١٢ - ١٥ ميكروجرام للأشخاص الذين يستهلكون ٨,٤ ميجا جول/لليوم. (Macrae)

زعتر/سعتر thyme

الإسم العلمي	*Thymus vulgaris* L.
الفصيلة/العائلة: شفوية	Lamiaceae

بعض أوصاف

الأوراق طويلة أو طولية رمحية بيضية أو بيضية مقلوبة حوالي ٦ × ٠,٥ - ٢مم والسطح العلوي رمادي خفيف أو رمادي بني إلى أخضر زيتوني ضعيف مع شعر كثير والسطح السفلي رمادي وغددي. وينتج ١٢ زهرة حوالي ٤مم في الطول. وسطح الأوراق يظهر جدر متموجة وشعر غددي وغير غددي والغير غددي أحادي أو متعدد الخلايا مع جدر حُلَيْمِيَّة وهو متماسك ومدبب. والشعر الغددي على شكلين واحد مع ساق قصيرة ورأس

أحاديـة الخليـة والآخـر مـن ٨ - ١٢ خليـة ورأس تقيس إلى ١٨ ميكرومتر فى القطر ولايوجد ســاق. والنسيج الوسطى يتكون من طبقة أو أكثر من خلايا عمادية palisade تختلف فى الحجم يتبعها نسيج أسفنجى والحزم الوعائية فى العرق الوسـطى لها عدة أليافٍ. ونصل الورقة يحتوى ٢ - ٣ حزم وعائية صغيرة على جانبى العرق الوسطى.

والزعتر له رائحـة فواحة وأروماتية والطعم أروماتى دافىء ونفاذ. وهو يُحْصَد ١٥ســم من أعلا النباتات عند الازهار والسيقان تجفـف فـى الشمس أو فـى حجرة مهواه جيداً.

والزيت يحتوى على

زيت الزعتر أو الثيمول والكارفاكرول والسيمين واللينالول، وهو أساسى في الزيت.

ويحتوى الزيت أيضاً على:

P-cymen سيمين-P	thymol ثيمول
linalool لينالول	carvacrol كارفاكرول

وتبلغ نسبة الزيت ٠,٨ - ٢,٥٪ وهو أخضر أصفر إلى بنـى أرجوانـى ويسـتخدم فـى الليكيـر والفرمـوت والنبيذ الطبى وفى الطبيـخ وفـى تنكيـه منتجـات الأغذية وفى المطهرات ومضادات العفن والصابون.
(Macrae)

والأسماء: بالفرنسية thym، وبالألمانية Thymian، وبالإيطالية timo، وبالأسبانية tomilla.
(Stobart)

---

wild thyme الزعتر البرى

الإسم العلمى	*Thymus serphyllum*

والأجزاء المستخدمة هى الأجزاء الهوائية والأزهـار وهـو منخفض وعشـب ينتشر وصغير جـداً وسـيقانه قصـيرة وأوراقـه رمحيـة مطاولـة وأزهـاره ورديـة أرجوانية ورائحته مميزه وطعمه أرومـاتى والزيـت أقل من ١٪ ويستخدم فى الليكير والكحولات.
ويحفظ فى أكياس ورقية فى أماكن جافة.

---

sapota tree زعرور أمريكا/سبوتة

الإسم العلمى	*Lucuma mammosa*
الفصيلة/العائلة: سبوتيات	Sapotaceae

وقــــد سمـــــيت sapote، red sapote، marmalade plum وأو فاكهة المرمـلاد وسميـت بأسماء مختلفة علمية ومنها *Ponteria sapota*، *P. mammosa*.

وهي دائمة الخضرة تصل إلى ١٠٠ قدم ولكن عادة نصف ذلك وأوراقها بيضاوية معكوسة غير ذات شعر ٤ بوصة إلى ١,٢٥ قدم والعروق ظاهرة والأزهار في شكل الكأس بيضاء حوالي ٢/١ بوصة في القطر. والثمار لها قشرة سميكة مدببة في شكل البيضة ولها لون بني ٣-٦ بوصة في الطول وتحتوي بذرة واحدة كبيرة. ولحمها ملتصق حلو ويمكن عمل جيللي أو مرملاد منها.

(Everett)

الفاكهة حلوة وتنمو في البحر الكاريبي في الأراضي المنخفضة وتؤكل طازجة وتعمل محفوظات سميكة كثيراً مع جوافة.

(Macrae)

وفي كوستاريكا يعملون حلويات حلوة من البذرة.

زعرور اليابان/بشملة

loquat/Japanese medlar

أنظر: بشملة

---

toxin زعاف

هناك عدة مكونات سامة في النبات والحيوان ومن أهمها: (١) زعاف الأغذية البحرية . (٢) الزعافات المنتجة بواسطة أنواع من البكتريا مثل *Clostridium batulinum* و *Staphylococcus aureus*. (٣) الأشخاص الذين لهم تغير غذائي محدود جداً . (٤) الفطر البري mushroom. (٥) الزعافات من العفن moulds.

❖ **الزعافات من أصل حيواني**

• **السمك**

– **تسمم سيكواتارا Ciquatera poisoning:**

هو أكثر التسمم المذكور والمتصل بإستهلاك الأغذية البحرية فهناك أكثر من ٥٠٠٠٠ حالة في السنة في العالم وأصله من الـ dınoflagellate يتركز في الكبد وأمعاء سمك الحيد البحري المرجاني coral reef. والزعاف الأساسي سيجواتوكسين ويؤثر تأثيراً كبيراً بزيادة تدفق الصوديوم sodium influx ويبتدىء الإسهال والقيء في خلال ساعات من الإستهلاك ثم يتبعه أعراض الأوعية القلبية cardıovascular ثم تأتي الأعراض العصبية وتشمل إنعكاس الإحساس بالبرودة إلى السخونة، الحكة itching والدوخة vertigo والصداع والضعف وألم في الجسم كله. والموت غير عادي ولكن يمكن أن يتبع الصدمة chock والنوبت seizure والغيبوبة coma وضعف/وهن التنفس depression والتفشي مرتبط بالقشر/اللوز/ الأخفس grouper والنهاش snapper والسرجس surgeon fish و amberjack والسمكة البغائية parrot fish والبراكودا barracuda.

– **تسمم الاسقمري scombroid poisoning:**

تسمم الاسقمري ويسمى أيضاً تسمم الهستامين ينتج عن تناول غير صحيح وتخزين لبعض أنواع السمك مثل التونا tuna والاسقمري mackerel والبينيت bonito والوثاب skipjack وبعض الأنواع غير الاسقمرية mahi mahi والقنبر blue fish. وميكانيزم التسمم غير معروف ولكنها متصلة

بمستويات عالية من الهستامين فى الغذاء وعادة البكتريا التى تحول الهستيدين إلى هستامين تكون موجودة ويساعد عليه درجات الحرارة الدافئة اللازمة للإنزيمات وتكوين الزعاف وربما لعبت كل من البترسين putrescine والكادافرين cadaverine دوراً. وتبتدىء الأعراض فى دقائق بعد الإستهلاك وتشمل التورد flushing والصداع والدوخة وتغيرات فى معدلات القلب والنبض وصعوبة فى الإبتلاع وأعراض فى القناة المعدية المعوية.

وبعض الأغذية الأخرى مسئولة أيضاً عن تسمم الهستامين مثل الجبن والسوركراوت والنبيذ ومستخلصات الخميرة واللحوم المعتقة أو المتخمرة. والجسم له ميكانيزم لتكسير الزعاف والسمية تنتج عندما يكون هذا الميكانيزم غير فعال تماماً.

- تسمم تترددو tetrodotoxin poisoning:
هذا يأتى من السمكة المنتفخة puffer fish وهى تسد إندفاع الأعصاب nerve impulses بربط قناة الصوديوم فى خلايا العصب وهذا يحد من تدفق influx الصوديوم وانبثاق efflux البوتاسيوم. والأعراض تظهر فى خلال دقائق غالباً وإحساس بوخز خفيف tingling sensation فى الأطراف يسبقه ضعف وإنخفاض فى ضغط الدم وشلل العضلات. والموت بالإختناق قد يتبع فى خلال دقائق. واليابانيون يعتبرون السمكة المنتفخة طعاماً شهياً/ مترفا ولذا فإن طباخين متمرنين يزيلون الأعضاء التى تحتوى الزعاف. ويحدث الموت أحياناً من آن لآخر.

- الأصداف السمكية shellfish
تسمم الأسماك الصدفية يأتى من التجمع البيولوجى للـ dinoflagellate والعوالق النباتية phytoplanktons والرخويات التى تتغذى على المرشحات filter-feeding molluscs مثل البطلينوس clams والمحار oysters وبلح البحر mussels والاسقلوب scallops يمكن أن تصبح سامة. والكركند lobster والسرطان crabs والجمبرى والسمك fin fish لاتجمع الزعاف. وتركيزات عالية من الـ dinoflagellates فى مياه البحر تسبب المد الأحمر red tide ومع ذلك فأسماك الأصداف يمكنها أن تجمع الـ dinoflagellates السامة بدون ظهور المد الأحمر. وتسمم الأسماك الصدفية غير متوقع ومتقطع وهناك أربعة أمراض إنسانية ترتبط بأسماك الأصداف. ولمعان الطحلب السام toxic algal bloom شللى paralytic وسام للأعصاب neurotic ويُفقِد الذاكرة amnesic وإسهالى diarrhoetic. والتفشى outbreak فى الإنسان قد يكون شديداً والطبخ أو التجميد أو التدخين لايهدم الزعاف. وبتتبع أسماك الأصداف للزعاف يمكن أن يختصر حصاد أسماك الأصداف على تلك الخالية من الزعاف.

تسمم أسماك الأصداف الشللى paralytic shellfish poisoning: وهو يأتى من البطلينوس clams والمحار oysters والاسقلوب scallops وبلح البحر mussels التى جَمَعَت Gonylaudux (أو Protogonyaulox) و

Gymnodium dinoflagellates وهو ينتج عن مركبات منخفضة الوزن ثابتة ضد الحرارة يمثل بواسطة (ساكسى) زعاف صخرى saxi toxin. والزعاف يعمل على تسبيب الشلل بوقف نقل أيون الصوديوم خلال العصب أو أغشية خلايا العضل. وهذا يمنع إستقطاب العصب وإنتشار الإندماج العصبى. والأعراض تشمل وخز فى الشفاه واللسان والوجه والأصابع يتبعها شلل يتقدم لعضلات الهيكل. وبعض الأعراض الأخرى تشمل ضعفاً ودوخة وتوعك malaise وخور prostration وصداع وإنسياب اللعاب ونبض سريع وعطش وعسر الإزدراد dysphaglia وعرق perspiration وعمى مؤقت وإختلاط ataxi وغثيان nausea وقيء وإسهال وتقلصات. والحالات الشديدة منه ينتج عنها شلل تنفسى وهو يمكن أن يكون مرضاً خطيراً فى البلاد التى بها عناية طبية محدودة.

تسمم أصداف أسماك عصبى neurotoxic shellfish poisoning: هذا التسمم يرتبط بلمعان *Ptychodiseus brevis* ويصحبه قتل سمك كثير وتهيج عين الإنسان وتنفسه من رذاذ البحر وأعراضه تبتدىء فى خلال ساعات قليلة بوخز فى الوجه وبرودة وسخونة حسية منعكسة وبطء القلب bradycardia وإنتفاخ فى بؤرة/إنسان العين وإحساس بالسُكْر inebriation ويتوقع الشفاء فى خلال ٤٨ ساعة. وهو نادر لأن الـ dinoflagellate السامة تعيش فقط فى ظروف ملحية عالية بعيداً عن المصبات التى تسكنها الأسماك الصدفية.

تسمم الأسماك الصدفية الفاقد للذاكرة amnesic shellfish poisoning: حمض الدومويك domoic يسبب هذا التسمم وأنواع متخصصة من الدياتوم Nizschia pungens diatom تحتوى حمض الدومويك ولو أن بلح البحر الأزرق blue mussels هى الأسماك الصدفية ذات الصمامين المعروفة بأن لها علاقة بهذا فإنه من الممكن أن ذات صمامين آخر مثل الاسقلوب scallps تجمع المواد السامة وهو يسبب إزعاجات معدية معوية وعصبية والأولى تبتدىء فى خلال ٢٤ ساعة وتشمل قيء ومغص بطنى وإسهال وفقد شهية وغثيان nausea والحالات الشديدة تسبب أعراضاً عصبية بعد ٤٨ ساعة وتشمل صداعاً ودوخة وتكشير فى الوجه وتشنج وعدم توجه وفقد فى الذاكرة قصير وإفرازات شُعَبِيّة كثيرة وصعوبة فى التنفس وغيبوبة.

تسمم الأسماك الصدفية الإسهالى diarrhoetic shellfish poisoning: هذا يحدث قليلاً وهو يتصل بأنواع عديدة من الـ Dinophysis والزعاف المسئول يختلف ولكن يشمل حمض الأوكادايك okadaic acid ومشتقاته. والأعراض المعدية المعوية تبتدىء فى خلال ساعات وهو يسبب إسهالاً وغثياناً nausea وقيئاً وقشعريرة وألم فى البطن ومغص cramps. ويشفى منه تماماً.

- **الحيوانات الأخرى other animals**: سمك الرنجة وثعبان الاسقمرى دائماً سامة وبعض الحيوانات مثل القرش والجلكى lamprey والحبار squid والأخطبوط octopus والسلحفاة turtle وخنزير البحر porpoise لها تحت أنواع سامة أو تظهر سمية مؤقتة. وزيادة فيتامين أ من إستهلاك زائد للدجاج وكبد الدب القطبى أنتجت تسمماً وموتاً.

• **الزعافات النباتية toxins of plant origin**

- **القلويدات alkaloids**: تختلف القلويدات كيماوياً. والزعاف يؤثر على الجهاز العصبى والكبد وقد ينتج هلوسة. ونبات يشبه البصل البرى مع إستخدام قفاز الثعلب fox glove (مصدر للديجيتالس digitalis) فى شاى الأعشاب سببت مرضاً فى الإنسان. وقلويدات البيروليزيدين pyrrolizidine قد تكون سمية للكبد ومسرطنة. وهى توجد فى مستويات آثار وقد تسبب مشاكلاً فى الحيوانات وهى توجد فى نباتات الشيخة senicio. والقلويدات الكربوايدراتية تثبط الكولين أستراز وتسد إنتقال العصب عند نقطة الإشتباك. والسمية منخفضة نظراً للإمتصاص الضعيف وسرعة الافراز. والبطاطس تحتوى قلويد كربوايدراتى يسبب زعافاً عصبياً (سولانين solanine) فى جلد البطاطس الطازج ولكن تربية النبات قللت مستوياته. وجوز الهند يحتوى ميرستين myristin وهو قلويد هلوسة.

- **الجليكوسيدات glycosides**: الجليكوسيدات السيانوجينية توجد فى بذور الفواكه وفاصوليا الليما والذرة الرفيعة والمنيهوت الحلو cassava. فبذور الفاكهة تحتوى الأميجدالين والفاصوليا الليما الليناميرين linamarin. والسم ينتج عن سيانور الأيدروجين الذى يطلق أثناء الحلمأة والذى يثبط التنفس الخلوى والجرعات العالية تسبب ضرر الأطراف ودوخة ولخبطة عقلية وتقلصات وفى النهاية غيبوبة. والجرعات الصغيرة تسبب صداعاً وخفقان قلب سريع palpitation وضعف العضلات. والفول يحتوى ملززات الدم haemoglutenins أو لكتينات وهى تهدم كرات الدم الحمراء فى الأشخاص الحساسين. والمرض الفولى favisin يعود إلى فقر دم حاد وصفراء ويمكن أن يتبعه موت. وتوجد الجلوكوزينولات glucosinolates فى أنواع Cruciferea (صليبيات) والـ Allium مثل الكرنب وفجل الخيل والخردل والثوم والبصل والثوم المعمر chives. وهذا القسم الذى يحتوى على أكثر من ٢٠٠ زعاف يتميز بقاعدة جلوكوز وسلسلة جانبية متصلة بكبريتات ووجود نتروجين. والجلوكوزينولات قد تكون مسببة إنتفاخ الغدة الدرقية بتدخلها فى إستخدام اليود. والصابونين الذى يوجد فى البقول مثل فول الصويا والألفالفا قد يثبط عدداً من الإنزيمات اللازمة لأيض الخلية والهضم وقد تتعقد مع الكوليسترول مخفضة مستويات كوليسترول الدم. والأكسالات التى ترتبط بالكالسيوم توجد فى السبانخ والراوند ولها تأثير بسيط نظراً لعدم إمتصاصها ولكن لها سمية ونشاط مضاد للتغذية.

• الزعاف من كائنات دقيقة

toxins of microbiological origin

- الفطر **mushrooms**: كثير من الفطر البرى سام وبعضها يظهر سميته فى خلال ساعتين والأعراض بسيطة ولها مدة قصيرة وقد تشتمل على تعب معوى gastroenteritis وعرق شديد وهلوسة وهذيان delirium والقسم الثانى من الفطر لها مدة أطول وتسبب تسمم منهجى systemic intoxication. وترجع معظم الإصابات المميتة إلى أنواع من الـ *Amanita*. والـ *Amanita phalloides* تنتج زعافاً يوقف تخليق البروتين والأعراض الأولى تتضمن قيئاً وإسهالاً سائلاً شديداً. وطور لاعرضى asymptomatic يسبق التهاب الكبد hepatitis يتميز بتكسير خلايا الكبد. والفشل الكلوى يرتبط بالجنس *Cortinanius*. الغوشنة الزائفة false morel *Gyromitra esculenta* أخذ خطأ على أنه الغوشنة غير السامة والمحبوبة من الفطر. وكثير من الفطر اشتبه فى سميتها وإن لم تتأكد.

الفطر والسميات الفطرية & moulds mycotoxins: درجات الحرارة الدافئة وشبه الرطوبة العالية فى الحقل وأثناء التخزين تشجع على تكوين السميات الفطرية خاصة فى النقل والحبوب ثم تتجمع فى اللحم والبيض ولبن الحيوانات التى تتغذى على السميات الفطرية والتى هى زعافات شديدة وبعضها مسرطن. نوع الـ *Fusarium* ينتج ثالث كوتيسين tricothecene عندما يمضى الدخن الشتاء تحت الثلج وعندما يأكله الناس فإن الآلاف ماتوا من هدم نخاع العظام. والتسمم الارغوتى ergotism الذى ينشأ عن نوع *Claviceps* ينمو على الشيلم وينتج هلوسة والنوبات المرضية التشنجية. والأفلاتوكسين aflatoxin (زعاف الفا) مسرطن قوى وله تأثير حاد ومزمن على الكبد وينتجه *Aspergillus* ويتصل بالسودانى وهو متصل بالمرض كواشيوركور kwashiorkor.

- الطحالب **algae**: عدة شعب phyla من الطحالب يمكن أن تكون سامة. فالطحلب الأزرق-الأخضر فى المياه العذبة يحتوى أحياناً إما أناتوكسين anatoxin أو عامل سريع الموت. ولاتوجد حالات بين الإنسان ولكن قد تؤثر على الحيوانات.

- البكتيريا **bacteria**: كثير من البكتيريا تحتاج إلى عدوى العائل لتنتج الزعاف أثناء نموها والبعض الآخر ينتج الزعاف فى الأغذية. والبتشيولنم التى ينتجها *Clostridium botulinum* هى بروتينات عصبية شللية قوية وتؤثر على الجهاز العصبى المحيطى مثبطة إطلاق الأسيتيل كولين وينتج عن ذلك شلل للعضلات وموت لعدم التنفس. وبعض الـ *Staphylococcus aureus* تنتج زعافات معوية فى الأغذية على درجة حرارة دافئة والأعراض غثيان وقىء وآلام فى البطن وإسهال واسترداد العافية لحظى والموت نادر وهى توجد فى المرىء والأنف والهام المخبوز واطباق العقبة وسلطات اللحم هى مسببات التسمم.

• **سميات أخرى**

- **المسرطنات ومضادات السرطنة carcinogens & anticarcinogens**: يوجـد فـى نُقْل السيكاسية cycad nut والسيكاسين cycasin والسافرول safrole الموجود فى زيت الساسفراس sassafras مركبات قد لاتكون مسرطنة. والاستروجينات النباتية phyto-oestrogens توجد فى عدد كبير من النباتات وتزيد فى التركيز عند الإنبات ومنها مشابهات الفلافون والكومستانات coumestans والاستيرويدات والستلبينات stilbenes والزيارولينون zearelenone. والحالة الوحيدة للاستيروجينات النباتية كانت من إستهلاك بصلات الأوركيد tulip bulbs.

وخضروات العائلة الصليبية مثل قنبيط الشتاء وكرنب بروكسل يتم دراستها لمضادات السرطان خاصة مضادات الأكسدة أ، ئى والعناصر الآثار مثل السيلينيوم.

❖ **مضادات التغذية**

• **مثبطات الإنزيمات**: مثبطات البروتيازات مثل السايونين يثبط من إنزيمات الهضم مثل التربسين والكيموتربسين والأميلاز والكربوكسى-ببتيداز وهى توجد فى البقول والطبخ يثبطها. ومثبطات الأميلاز فى القمح تقلل من إتاحة النشا الغذائى وهى تتأثر بالحرارة ولايوجد إشارة إلى تأثيرها المرضى. والمركبات الفينولية توجد فى نسب ضعيفة وإن كانت تستطيع التدخل فى التحلل البروتينى الهضمى. والجوسيبول يوجد فى بذرة القطن ويؤثر على نفاذية الغشاء وينتج عنه إنحلال الدم haemolysis والتسمم المزمن ينتج عنه فقد للشهية وفى الوزن. والتانينات أقل سمية ولكن خفض النمو فى الفئران المغذاه على ذرة رفيعة يعزى إلى تدخل فى التحلل البروتينى الهضمى وإمتصاص فيتامين ب١٢.

• **مضادات الفيتامينات**: الليبوكسيداز فى البقول و ١-أمينو-د-برولين 1-amino-D-proline فى الكتان يهدم فيتامين أ وفوسفات البيرودوكسال بالتتابع. ومضادات الفولات تتنافس ضد الفولات فى العمليات الأيضية العادية. ومضادات الثيامين منتشرة ولكنها تتأثر بالحرارة. والأفيدين يوجد فى بياض البيض ولكنه حساس للحرارة فلايربط البيوتين. كما أن البيوتين متوفر فى الغذاء فالتأثير السام ضعيف.

• **عوامل ربط المعادن**: الفيتات قد يكون لها تأثير وهى توجد فى الحبوب الكاملة وجريش الصويا وهى تخلب المعادن الثنائية والثلاثية مثل الخارصين والكالسيوم والنحاس والمغنيسيوم والحديد وتجعلها غير متاحة. والأكسالات تستطيع ربط الكالسيوم أيضاً.

• **حساسيات الأغذية food allergies**: قليل من الناس يظهرون هذه الحساسية والمواد الحساسة غالباً بروتينات: لبن، نُقْل، فول، قمح، سمك والأسماك الصدفية. والأعراض معدية وجلدية وتنفسية وإنخفاض فى الضغط وصدمة وصداع.

• غيره miscellaneous: اللبن ومستجات اللبن يمكنها أن تحدث حساسية ويمكنها تركيز الزعافات والزعافات الفطرية. والبيض يمكن أن يكون مصدراً للزعاف والتيرامين والدوبامين والفينيل إيثيل أمين phenylethylamine والهستامين توجد في النبات وقد تسبب متاعباً. والزانثينات بما فيها الكافيين والثيوبرومين لها تأثير منشط بينما الإيثانول يؤثر على النظام العصبي المركزي. والمعادن الآثار مثل الزرنيخ يمكن أن تركز في السمك والأسماك الصدفية والفئران فيمكن أن ترتبط بجزيء الهيم وتمنع نقل الأكسجين في الدم. والسبانخ يمكن أن يركز النترات من السماد ولكن ليس لمستويات سامة. والماء المحتوى على مستويات عالية من النترات يمكن أن يحدث وفيات في الأطفال. وبعض السميات الجلدية تنتج عن تعرض للنباتات فالبسورالين psoralens الذى يوجد في الكرفس يمكن أن يسبب طفحاً rash عندما ينشط بالأشعة فوق البنفسجية. (Macrae)

زعفر

زعفران saffron

الإسم العلمى	*Crocus sativas* L.
الفصيلة/العائلة: السوسنية	Iridaceae (Iris)

بعض أوصاف

يتكون من ثلاثة مياسم stigmas عند قمة القلم style وهي حوالي ٢٥مم في الطول على شكل قرن cornucopia-shaped حمراء غامقة مع حروف مشرشرة والقلم حوالي ١٠مم في الطول اسطواني صب ولونه بني اصفر إلى برتقالي أصفر خفيف.

والمياسم تتكون من برنشيما parenchyma ذات جدار رفيع جداً يحتوى المواد الملونة ومغطى ببشرة epidermis رفيعة الجدر أيضاً والجزء البعيد من المياسم له حلمات تشبه المثانة طولها يبلغ أحياناً ١٥٠ ميكرومتر ويوجد به حبوب لقاح ناعمة دائرية حوالي ٤٠ ميكرومتر إلى ١٢٠ ميكرومتر في القطر.

ورائحة الزعفران قوية وأروماتية والمذاق مر وأروماتي. وتجمع الزهور كل صباح عندما تتفتح وتجمع المياسم بقطعها بالشد أو تقطع بأطراف الأظافر وترمى الأزهار وتجفف المياسم بنشرها في طبقة رقيقة على منخل معلق على نار بسيطة وبعد ذلك توضع في أكياس من الكتان linen bags وتخزن في مكان جاف. ويجب ألا يتعرض للضوء ويجب حفظه في زجاجات لونها عنبرى أو في علب صفيح.

والزيت نفاذ وتبلغ نسبته ١٪ ويستخدم في البراندى والليكير والنبيذ للعلاج والفرموت.

وهو يحتوى الكروسين crocin وهذا هو استر للكروسيتين crocetin الذى هو حمض ثنائي الكربوكسيل dicarboxylic ويستخدم كمادة ملونة. (Macrae)

والأسماء: بالفرنسية safran، وبالألمانية Safrangewürz، وبالإيطالية zafferano، وبالأسبانية azafrán.

(Stobart)

الزقوم saffron

شجرة الزقوم مشتقة من التزقم وهو البلع على جهد لكراهيتها ونتنها. (القرطبى)

زلق

زليق/رحيقانى/خوخ أملس nectarine

أنظر: خوخ

زمن

زمن الخفض العشرى/قيمة د decimal reduction time / D value

"زمن الخفض العشــــرى decimal reduction time" هو الزمن اللازم لهدم ٩٠٪ من المجموعة البكتيرية الأصلية أو قيمة د D value. وقيمة د تختلف أساساً بدرجة الحرارة التى وصلت إليها مادة التفاعل وتركيب مادة التفاعل والمقاومة الحرارية للكائن.

أنظر: تعقيم

زنجبيل ginger/zingiber

الإسم العلمى *Zingiber officinale* Rose.

الفصيلة/العائلة: الزنجبيلية Zingiberaceae

بعض أوصاف

هو أهم التوابل التى يحصل عليها من جزء النبات تحت الأرض. فهو يحصل عليه من الريزوم وهو عشب دائم رفيع ولو أنه يزرع كحولى. ٣٠-٩٠ سم فى الطول مع ريزوم أفقى تحت الأرض مباشرة. والريزوم اللحمى كاذب المحور sympodial صلب وسميك مضغوط عرضياً متفرع كراحة اليد وله أشكال وأحجام مختلفة بإختلاف الأنواع المزروعة. وهو مغطى بقشور فى صفين مع إدخال دائرى encircling insertion ومع جذور ليفية دقيقة فى الطبقات العليا للتربة وهو من الخارج لونه أصفر باهت ومن الداخل لونه أصفر مخضر.

والمحصول يتكاثر خضرياً بإستخدام أجزاء من الريزوم تعرف "بالبذور" ويحصد فى أطوار مختلفة تعتمد على الإستعمال. فالزنجبيل الأخضر يحصد بعد ٥ - ٧ أشهر بعد الزراعة والريزومات تحفظ كزنجبيل محفوظ. والحصد النهائى يحدث بعد ٨ - ١٠ أشهر لإنتاج الزنجبيل الجاف. ويعرف النضج بإنكماش وإصفرار وذبول الأوراق وجفاف ونوم الأجزاء الهوائية.

ونضج الريزوم له تأثير جوهرى على الخواص ومناسبته للمعاملة إلى زنجبيل محفوظ أو مجفف. وفى الهند فإن أمثل وقت للحصاد بين ٢٤٥ - ٢٦٠ يوم من الزراعة وبعدها تصبح الريزومات ليفية. والحصاد يتم باليد وتزال التربة والجذور والأجزاء الجديدة وتغسل الريزومات بعناية وتجفف للتخزين. وتستخدم مضادات الفطر لمعاملة الريزومات وهذه تجفف هوائياً لإزالة الرطوبة الزائدة لمدة ١-٢ يوم ويمكن تخزين الريزومات لمدة ٦ أشهر على ٥٥°م ونسبة رطوبة ٦٥٪. وفى الهند تخزن فى حفر قد تكون ١ متر فى العمق وهى باردة وتحمى من أشعة الشمس وينشر فى أسفل الحفرة طبقة من الرمل أو

شارة الخشب وهي إما تترك غير مغطاه او نعطى نعطاء حشبي يعمر بالطين ويترك فيه فتحة في السقف للتهوية.

ويوجد ثلاثة نواتج من ريزوم الجنجر: ١- الطازج او الاخضر. ٢- المحفوظ في شراب أو مــاج. ٣- المجفف. والطازج يستهلك في أماكن الإنتاج والمجفف إما يستخدم كتابل وفي تحضير المستخلصات: الأليوراتنج aleoresin أو زيت الزنجبيل فالريزومات الصغيرة العصيرية تجفف وتنظف وتغلى في ماء حتى تصبح طرية ثم تقشر وتكحت ثم تغلى عدة مرات في محلول سكرى. وقد يحضر منه زنجبيل محفوظ برش الريزومات بسكر متبلر.

وتحضير الزنجبيل الجاف يشمل معاملة الريزومات المنظفة بالتقشير والتقسيم إلى أجزاء ثم غمرها في ماء يغلى لمدة ١٠ ق ثم التجفيف. وشكل الزنجبيل المعامل (أسود أو أبيض) ومحتواه من الزيوت الطيارة والألياف ومستوى الحرافة pungency وتقدير العبير والنكهة هي عوامل هامة في تقدير جودة الزنجبيل الجاف.

الزيت

الزيت يبلغ ٠,٢٥ - ٣,٣٪ ويحتوى على ٣٠٪ (-) زنجبيرين zingiberine (-)، ١٠ - ١٥٪ β-بيسابولين، ١٥ - ٢٠٪ (-) سيسكويفيلاندرين sesquiphellandrene (-)، (+) ار-كوركومين accurcumene (+) وخلات سيترونيليل citronellyl acetate. وهو يستخدم في تنكيه المشروبات وفي الليكير liqueurs وفي النبيذ للعلاج وفي المرهون وفي الحلويات والروائح.

(-)-زنجبيرين

β-بيسابولين

(-)-سيسكويفيلاندرين

(+) ار-كوركومين

ويستخدم أيضاً ضد النقيؤ مع الحوامل ولم يوجد له أي شيء لا بالنفع ولا بالضرر معهن.

(Macrae)

للحرافة: أنظر الفلفل

الأسماء: بالفرنسية gingembre، وبالألمانية Ingwar، وبالإيطالية zenzero، وبالإسبانية jengibre.

(Stobart)

زنخ

تزنخ **rancidity**

أنظر: أكسدة مكونات الأغذية

زنك/خارصين zinc

أنظر: خارصين

زهر

زهرة الورد البرى

eglantine/sweetbrier

الإسم العلمى	*Rosa eglanteria*
الفصيلة/العائلة: الوردية	Rosaceae

بعض أوصاف

٦ أقدام فى الطول والسيقان مقوسة وشائكة وتفوح منها رائحة التفاح. والأوراق لها خمس أو سبع وريقات حوالى ١,٥ بوصة وعليها شعر من أسفل. والأزهار واحدة أو إثنتين معاً نيرة bright و ١,٢٥ – ٢ بوصة. والثمار برتقالية قرمزية scarlet تحت دائرية إلى شكل البيضة. ومنها أزهار مزدوجة double flowered وتعمل كسور جيد وغير مأكلة. (Everett)

زاج

مزدوج حرارى thermocouple

جهاز يتكون من موصلين معدنيين متصلين عند نهايتهما فينتجان حلقة حيث تتحول الحرارة إلى تيار كهربى عندما يكون هناك فرقاً فى درجة الحرارة بين وصلتيهما. ويستخدم فى قياس درجة حرارة مادة ثالثة بوصل كلا الوصلتين وقياس الفولت الناتج بينهما.

زاف

زوّفى/حسل/الزرقا اليابس/أشنان داوود

hyssop

الإسم العلمى	*Hyssopus officinalis* L.
الفصيلة/العائلة: الشفوية	Lamiaceae

بعض أوصاف

هى عشب قصير أروماتى ينمو فى التلال الجافة والأراضى الصخرية وله عدة سيقان مستقيمة ويصل إلى ٦٠ سنتيمتراً وله أوراق طولية أو طولية رمحية لاعنقية sessile وأزهار بنفسجية زرقاء دَوّارة (متحلق حول نقطة واحدة عند المحور) verticillasters مكوناً فى النهاية مايشبه سنبلة الأزهار. والمزروع منه ينتمى إلى تحت نوع *officinalis* والأوراق تصل إلى ١٣ × ٢–٨ مم.

والأوراق المجففة الأروماتية تعتبر منبه لطيف يستخدم فى الطب والمقويات والمر bitters والليكير liqueurs. واحادى التربينات ثنائية الدائرة bicyclic monoterpenis، البينوكامفون pinocamphone و/أو مشابه البينوكامفون isopinocamphone هى المسئولة عن النكهة الطازجة والتابلة للعشب، β-بينين β-pinene والكامفور وجدا بتركيزات عالية نسبياً فى زيت الزوفى الذى يستخدم بدلاً من الصبغة المستخرجة من النباتات الجافة فى تنكيه المشروبات والمر والمقويات والليكير.

والأجزاء المستخدمة هى الأوراق الرفيعة الخضراء الداكنة الفواحة والأزهار الزرقاء الوردية والرائحة

الأروماتية والطعم المر وتبلغ نسبة الزيت ٠,٠٣ – ١٪ فى الليكير والنبيذ الطبى والفرموت.
(Macrae)

الإستخدام

تستخدم طازجة أو مجففة فى تتبيل الأغذية النيئة وفى السلطات خاصة سلطة الكرفس والطماطم وفى عمل صلصة اللحوم والكبد (كريات) وحساء البطاطس وأطعمته وتستخدم الأوراق الفتية ورؤوس الأفرع.

وللتجفيف تقطع الأوراق وحدها أو تقطع الأغصان وتربط حزما قبيل موعد الأزهار فتعلق فى الهواء الطلق. وتحفظ الأوراق الجافة فى وعاء لايتسرب اليه الهواء.

وهى مقوية ومنعشة

وطبيا تستخدم ككمادات على الجروح والقروح وللمضمضة والغرغرة لمعالجة التهاب اللوزتين والفم واللثة وقد يشرب مستحلبها لمعالجة الأمراض الصدرية ولتقوية جهاز الهضم.

(الشهابى وأمين رويحة)

الأسماء: بالفرنسية hysope، وبالألمانية Ysop، Eisop، وبالإيطالية issopo، وبالأسبانية hisopo.
(Stobart)

زيارالينون zearalenone

هو زعاف فطرى ويعرف أيضا بإسم زعاف ف٢ F2 وهو أكثر السميات الفطرية إنتشارا فى الحبوب ويوجد عادة فى الذرة ويسبب قىء فى الحيوانات ذات المعدة الواحدة وإسهال وإدماء وإنتفاخ الغدد التناسلية وعدم القدرة على الإنجاب فى الخنازير. وهو ينتج عن أنواع من الـ *Fusarium* (*roseum*) *graminearum* ولو أنه غير سام إلا أن ١–٥ أجزاء فى المليون تسبب إستجابة فسيولوجية. وقد وجد فى القش المتعفن والذرة عالية نسبة الرطوبة وقريصات العلف ولم يذكر أى شىء عن سميته للإنسان. وإنتاجه يشجع بالرطوبة العالية وتذبذب درجات الحرارة ويؤثر على الماشية والفراخ والديك الرومى والحمل والفأر بجانب الخنزير ويسبب بجانب ماذكر من تضخم الأعضاء الأنثوية ضمور الخصيتين والمبيضين وكبر الغدد الثديية والإجهاض.

الزياراليون
(Macrae)

زات

زيوت طيارة essential oils

الزيوت الطيارة تمثل الأساس الرائحى لنوع من النبات. وهى غالبا طيارة ويوجد بها عدد متسع من المركبات العضوية. ومعظم المكونات العضوية فيها: التربينات ومشتقاتها الأكسيجينية والمركبات الأروماتية من التركيب البنزويدى والأليفات

الايدروكربونية ومشتقاتها الاكسيجينية ومركبات تحتوى النتروجين أو الكبريت.

وهى يمكن أن تعرف بأنها الأجزاء الطيارة وذات الرائحة والتى تعزل بواسطة عملية فيزيقية من المواد النباتية.

ووظيفتها فى النبات غير مفهومة تماماً ويبلغ عدد الزيوت الطيارة المعزولة والتى عرفت حوالى ٣٠٠٠. وهى تعزل من الأوراق والثمار واللحاء والجذور والخشب والصمغ والبلسم والعِنَبيَّات والبذور والأزهار والغصين والبراعم. وهى تعامل بحيث لاتحتوى سيليولوز وجليسريدات ونشا وسكريات وتانينات وأملاح ومعادن. والناتج يمكن أن يكون ٠,٠٥ - ١٨,٠٪ وهو يوجد فى أكياس زيت ويعزل بالسحق comminution وفعل الحرارة والماء والمذيبات. والتقطير والإستخلاص بالمذيب الإختيارى /الإنتقائى والعصر الميكانيكى mechanical expressing هى الثلاث طرق الأساسية المستخدمة فى إستخلاصها.

❖ **تكوين الزيت الطيار**

تتكون المركبات أثناء النمو ويدخل من بينها:

• **التربينات terpenes**: تتكون التربينات ومشتقاتها الأكسيجينية فى أربع خطوات: ١- تكوين مولدات الوحدات ك٥. ٢- تكثيف رأس إلى الذيل لهذه الوحدات لتكوين التركيب التربينويدى الأساسى. ٣- إدارة cyclization. ٤- إعادة ترتيب الهيكل ويشمل أكسدة وإختزال ونقل الروابط المزدوجة وأدركسلة hydroxylation وتفاعلات أخرى.

والتربينات قد تكون أليفاتية ودهنية حلقية alicyclic أو ثنائية أو ثلاثية الدائرية بدرجات مختلفة من عدم التشبع وإلى ثلاث روابط مزدوجة وثنائى التربينات وثلاثى التربينات نادراً ماتوجد فى الزيوت الطيارة.

وبالرغم أن أيدروكربونات التربين تكون المكون الأساسى فى كثير من الزيوت الطيارة فإن مشاركتها فى النكهة الكلية صغيرة إذا قيست بمشتقاتها الأكسيجينية ولكنها تساهم "بطزاجة معينة". والمشتقات الأكسيجينية تشمل الكحولات والألدهيدات والكيتونات واللاكتونات والاسترات وهى أكبر المساهمات للنكهات والروائح المتخصصة.

• **مركبات البنزويد benzoid compounds**: وهى مبنية على البنزين وتنتج أثناء نمو النبات وهى تشمل مجموعات وظائفية ومنها ن-بروبيل بنزين n-propyl-benzene وهو سلف ينشط بواسطة الإنزيمات ويرتبط به عدد من المجموعات الوظائفية التى ترتبط بمجموعة البنزين تتكون نتيجة الأكسدة.

• **مكونات تحتوى نتروجين أو كبريت**: هذه لاتوجد أصلاً فى الزيت فالمواد النباتية تحتوى مواداً أليبومينية وبالتقطير تعطى مركبات مثل الأمونيا وثالث ميثيل الأمين trimethylamine وحمض الايدروسيانيك وكبريتيد الأيدروجين.

ومن المركبات النتروجينية الموجودة فى الزيوت الطيارة الاندول indole فى زيت الياسمين وكثير

من زيـوت المـوالح والاسـترات الميثيليـة لحمـض الأنثرانيليك anthranilic فى البرتقال والليمون.

والكبريت يوجد بكثرة فى النبات وهـو ينتج عـن تكسـر الجلوكوسيدات المحتويـة علـى الكـبريت. ويوجد كبريتيد الأيدروجين فى مقطرات الفواكـه الخيميــــة وثـانى ميثيل الكـبريتيد يوجــد فـى زيت النعناع الأمريكى وكبريتيدات الألايــل alyl sulphides فتوجـد نتيجـة نشـاط الإنزيمـات فـى البصل والثوم والخردل.

❖ طرق التقطير distillation techniques

هذه هى أكثر الطرق إستخداماً لعزل الزيت الطيار. وقبل التقطير فإن المـواد النباتيـة تجفف عادة ثـم تطحـن بحيـث أن أكيـاس الزيـت تتكسـر وتكــون مساحة السطح فى حدها الأقصى بحيث تتعـرض لإطلاق الزيت بكفاءة.

• التقطير بإستخدام الحرارة المباشرة (ايدروتقطير) direct-heating distillation (hydro-distillation)

توضع المواد النباتية فى غلاية مع ماء يغطيها كـاملاً وتستخدم الحـرارة ببطء والبخار يتصاعد والمقطـر يكون رائقاً ثم بإستمرار التسخين فإن الزيت الطيار يتطاير مع البخار والمقطر يصبح لبنى أبيض ويستمر التقطير حتى يصبح المقطر رائقاً مرة أخرى. ولـو أن الزيـوت لها نقـاط غليـان عاليـة نسبيا فإن التقطـير المـتزامن codistillation يعطـى إسـتعادة مرضيـة من الزيت. وتبعاً لقانون دالتــــون Dalton's law فإن مخلوطاً يغلى عندما يكـون مجمـوع الضغــوط البخارية للمكونـات الفرديـة يساوى الضغط الجـوى ولكن هذه الطريقة بطيئة وتتطلب الإنتباه ثـم فصـل طَوْرَى الزيت والماء فى المتكثف.

• التقطير البخارى steam distillation: وهـذه أسرع فيمرر البخار تحت ضغط خلال المادة النباتية والزيوت الطيارة تتكثف مع الماء. ولتجنب التكسر الحرارى للمكونـات ذات درجـة الغليان المنخفضة فإن ضغط البخار يزداد تدريجياً فقط. ودرجة حرارة التقطير مع الماء أو البخار تحـت الضغـط الجـوى عـادة أقل مـن ١٠٠°م ويمـكن خفضـها بإسـتخدام الفراغ.

• الإنتشار المائى hydrodiffusion: فـى هـذه الطريقة يدخل البخـار من أعلا ويمر خـلال المـادة النباتيـة. والمـاء وبخـاره يتكثـف علـى ملفـات فـى أسـفل المقطـر حيـث يفصلان. وهـى طريقـة تحفـظ الطاقة ويحـدث أقـل مايمكن مـن التكسـير للزيـت الطيار وهى تصلح لتقطير زيوت البذور.

• التقطير تحت فـراغ vacuum distillation: وهـذه أسـرع مـن التقطـير البخـارى وتسـتخدم لتصحيح/تعديل زيت ما rectify وفى النادر لتقطير زيت مباشرة من مادة نباتية.

جودة الزيوت الطيارة
quality of distilled essential oils

ظروف التقطير يجب أن توضع بعناية وتضبط تبعاً للمـادة الخـام للحصـول علـى أمثـل – وليـس مـن الضرورى أكثر – زيتاً وطـول مـدة الإستخلاص تؤثر علـى جـودة الزيـت. وكفـاءة الفصـل بـين البخــار

والزيت تؤثر على الإتاء من الزيت. وماء التقطير قد يحتوى على نسب مختلفة من الزيت الطيار فى معلق غروى أو فى محلول يمكن إستعادته بإعادة التقطير أو بالإدارة المستمرة للمقطر خلال جهاز لتقطير وهذا النظام يعرف بإسم تقطير تعاقبى cohobation. فإذا لم يتم الفصل فإن المقطر يمرر خلال عمود مرصوص من المذيب أو يعاد تقطيره مع مذيب غير مختلط مثل الهكسان أو البنتان ويفصل المذيب بواسطة تقطير تحت فراغ عال مضبوط. وقد يحدث فقد لمكونات ذات نقطة غليان منخفضة.

وقد تستخدم طريقة أخرى فيسمح لماء التقطير بالإنسياب خلال عمود مرصوص من عديد ترافلورايثيلين ذى ثغور porous poly(tetrafluorethylene) يحتفظ على سطحه بـ ٢٠٪ بالحجم من مذيب غير مختلط بالماء water-immiscible ذى درجة غليان منخفضة. ويتم تجديد المذيب كلما احتاج الأمر فى أثناء التقطير وتبلغ كمية المذيب المحتاجة حوالى ١ - ٢٪ من حجم الماء ويمكن إستعادة الزيت الطيار من مقطر الماء بهذه الطريقة عند ٥٠٠ لتر/ ساعة فى عمود ٣٠ × ٦٠ سم.

❖ التكرير/التصحيح rectification

يعاد تقطير الزيوت الطيارة لتحسين خاصية معينة ولتصحيح درجة الفصل والنقاوة أو التركيز أو إغناء جزء معين من الزيت. وهذه تسمى زيوت مصححة/مكررة rectified oils ويمكن الحصول على آثار من الماء أو المواد الراتنجية والنكهات غير المرغوبة ... الخ بالتصحيح/التكرير وعمليات التركيز أو الإغناء بجانب التقطير التجزيئى والإستخلاص بالمذيب والإستخلاص بالتيار العكسى counter-current extraction وتبخير الفلم الرفيع thin-film evaporation والتقطير الجزيئى molecular distillation.

• الإستخلاص بالمذيب solvent extraction:
يمكن إستخلاص الزيوت الطيارة الحساسة للحرارة بالإستخلاص بمذيب عضوى الذى يجب أن يكون ذو درجة غليان منخفضة خال من الرائحة والشوائب وخامل تجاه مكونات الزيت. والبنتان والهكسان يفضلان لزيوت الأزهار. وبالنسبة للتوابل فى معظم الحالات مستخلصات المذيب (الأجزاء الطيارة وغير الطيارة) تمثل النكهة الكلية أكثر من الزيت المقطر بالبخار والذى يساهم فقط فى العبير. وللحصول على مستخلصات التابل (أوليوراتنج oleoresin) فإنه يمكن إستخدام المذيبات مثل الإيثانول والايدروكربونات المكلورة chlorinated hydrocarbons والأسيتون والإختيار يتوقف على التابل ومكونات النكهة.

• الضغط expression (pressing): وتستخدم مع قشور الثمار الغنية فى الزيت. وفيها تغسل الثمار الكاملة ثم تسحق بين اسطوانات والزيت يفصل من العصير. والزيت يجمع ويغسل بواسطة رذاذ ماء ويفصل بالطرد المركزى وهى محدودة عادة على الموالح (برتقال وليمون بنزهير وليمون) ويمكن أن يحصل على الزيت بتقطير مستحلب العصير والزيت. ويختلف كل من الزيت المضغوط والزيت المقطر كثيراً.

• نقع الزهر enfluerage: الزيوت الطيارة لبتلات الأزهار الرقيقة تحضر بهذه الطريقة. وتشمل الطريقة إمتصاص الزيت على دهن منقى على أجهزة ضغط خاصة. وتكرر العملية حتى يتشبع الدهن وهى بعد ذلك تزال وتستخلص بالكحول ويعاد إدارتها recycled. ولخفض الزمن والتكاليف فإن دهناً ساخناً على ٤٠ – ٦٠°م يستخدم أيضاً لإمتصاص الزيت.

• الإستخلاص بثانى أكسيد الكربون carbon dioxide extraction: إستخدام ثانى أكسيد كربون مسيل على صفر – ١٠°م و ٨ – ٨٠ بار bar ينتج فى منتج خال من الزيوت "الثابتة" والبروتين والشمع والكلورفيل والصبغات. وفى الحالات فوق الحرجة supercritical state فإن الضغوط المستخدمة عادة فى إستخلاص الزيوت الطيارة على ٤٠ – ٨٠°م تراوح مابين ٧٥ – ٢٠٠ بار bar.

تحسين وتحوير الزيوت الطيارة

improvement & modification of essential oils

يمكن تحسين الزيوت الطيارة بإستخدام طرق مختلفة مثل التركيز والتصحيح/التكرير rectification والإستخلاص والمعاملة الكيماوية. ودرجة كبيرة من الفصل أو النقاوة أو الإغناء لجزء معين من الزيت تحدث أثناء التحوير أو التحسين. وأثار من الماء والمواد الراتنجية والألوان تزال من الناتج النهائى.

• الزيوت المصححة /المكررة rectified oils: هذه زيوت طيارة معادة التقطير مع خواص نكهة محسنة. ويمكن إزالة نكهات غير مرغوبة وألوان فى العملية بضبط ظروف التقطير.

• زيوت مركزة concentrated/folded oils: تشمل الطرق المستخدمة لإنتاج هذه الزيوت التقطير الجزئى fractional distillation والإستخلاص بالمذيب والإستخلاص فى إتجاه عكسى counter current وتبخير فلم رفيع والتقطير الجزيئى molecular distillation وعندما يشمل نصف المكونات الطيارة تربينات وإذا أزيلت بأى من طرق التركيز فإن الناتج يسمى "مزدوج" two-fold وكثير من الزيوت المزدوجة folded oils توجد فى التجارة خاصة زيوت الموالح.

• كيماويات العبير aroma chemicals: كيماويات العبير من الزيوت الطيارة هى معزولات أو مكونات للزيوت وبعض المكونات تزال فيزيقياً وبعضها كيماوياً وفى معظم الحالات فإنه يتبعها التقطير وعلى ذلك فالزيوت الطيارة هى مصادر طبيعة لكيماويات العبير.

• الزيت المطلق absolute oil: المركزات هى مستخلصات من الأزهار مع مذيب غير قطبى وتحتوى على الزيت الطيار مع مادة شمعية أو دهنية. وبإعادة الإستخلاص بمذيب مناسب فإن المركز يزال منه الشمع أو الدهن والناتج هو زيت

ذو جودة عالية وله ذوبان أحسن وأعلا فى شدة الرائحة وعادة أحسن رائحة. وهذا الناتج النهائى يعرف بإسم الزيت المطلق absolute oil.

بدائل مخلقة synthetic substitutes: بعض الزيوت الطيارة مكونة من أكثر من ٢٠٠ مكوناً وفى كثير من الأحيان المكونات النادرة وجد أنها ضرورية للرائحة والنكهة الخاصة وهذا يتوقف على طبيعتها الكيماوية. وغياب واحد من هذه المكونات قد يغير من العبير الكلى الخاص من الزيت. والحديث هو أن تحدد وتعرف مكونات العبير الجوهرية فى الزيت الطيار وتخلق نقية وتخلط بنسب مناسبة لتحقيق خواص معينة للزيت الطبيعى.

الخواص والتحليل

إن المحصول وجودة الزيوت الطيار يمكن ضبطها بالطرق الزراعية من الإختيار والتربية وزراعة الأنسجة. والزيوت الطيارة سائلة على درجة حرارة الغرفة وقليل منها شبه صلب والبعض صلب.

وتغش الزيوت الطيارة بواسطة زيوت أرخص بأجزاء من المُقَطَّرات والتربينات المستعادة أو كيماويات مخلقة أرخص. ويمكن للأشخاص المتمرنين جيداً ضبط الغش بواسطة الحواس.

والخواص الفيزيقية الهامة تشمل الكثافة النسبية والتحويل الضوئى optical rotation ومعامل الإنكسار ونقطة الإنصهار ومدى الغليان واللون والذوبان. والخواص الكيماوية تشمل قيمة الحمض ورقم التصبن ومحتوى الإستر والكحول الكلى والمحتوى من الالدهيد والكيتون.

وتقدير الجودة يجب أن يبقى على إرتباطات بين التحليلات الفيزيقية والكيماوية والحسية تحت ظروف معروفة.

معايير الجودة quality standards

معظم الزيوت الطيارة تعتبر مأمونة GRAS وتعرف بأنها نواتج مشتقة من نباتات مقبولة ببعض الطرق الفيزيقية بدون أى تغير كيماوى. وقد وجد أن شجر القضبان/البتولا الحلو sweet birch والغلطرية الكندية winter green worm seed وزيت اللوز المر butter almond oil وزيت جوز الطيب nutmeg وجد أنها سامة.

الجودة

إن تكوين وبالتالى جودة أى زيت طيار يتوقف على طبيعة المادة الخام المستخدمة وطريقة العزل والتخزين. والإختلافات قد تحدث من إختلاف وقت الإستخلاص ومعدل الإستخلاص وكفاءة تكثف البخار وطريقة الفصل والمناولة بعد التقطير. ويجب الإهتمام بالمصدر النباتى والمصدر الجغرافى وأن تكون العينة نظيفة وخالية من الشوائب وحضرت بطريقة صحيحة لعزل الزيت وأن الظروف والمعالم المناسبة قد أختيرت وعرفت جيداً.

الإستخدام

تستخدم فى التنكيه فى منتجات الخبيز والأكلات الخفيفة والمشروبات والكحولات والطباق والصلصات وصلصات السلطة وغيرها. وفى معاجين

الأسنان بغسيل الفم والروائح والورق وحبر الطباعة والبوية والشمع والصابون وغيرها. وفي الأدوية والمطهرات وطاردات الحشرات وقاتلاتها. والمصطلح علاج العبير aromatherapy يعرف بأنه إستخدام العبير في العلاج لتخفيف الألم أو منعه أو منع العدوى أو التوعك وذلك بواسطة الاستنشاق فقط. والخواص السمية للفطر والقاتلة للبكتيريا للزيوت الطيارة مثل النعناع والقرنفل والقرفة والريحان قد درست وعرف أقل تركيز مثبط ممكن minimal inhibitory concentration للإستخدام. ويمكن التأثير على أمزجة الناس بالروائح المستنشقة.

التخزين

تتأثر الزيوت الطيارة بالضوء والحرارة والهواء والماء فيجب أن تعبأ في عبوات من الصلب غير القابل للصدأ أو الزجاج أو الألومنيوم أو أي مادة خاملة وتملأ بحيث يكون بها أقل مايمكن من الحيز العلوي لتقليل الأكسجين المتاح ويجب تجنب الضوء المباشر وتخزن في مكان بارد. (Macrae)

زيوت نباتية vegetable oils

الزيوت النباتية يمكن أن تأتي من لب الفواكه (زيوت النخيل والزيتون) أو من البذور (فول الصويا وعباد الشمس وبذرة القطن وجوز الهند والسلجم الحقلي rapeseed). والطرق المستخدمة لإستخلاص الزيت تختلف فالبذور يمكن تخزينها أما لب الفواكه فيجب إستخلاصها مباشرة بعد الحصاد.

زيوت البذرة seed oils

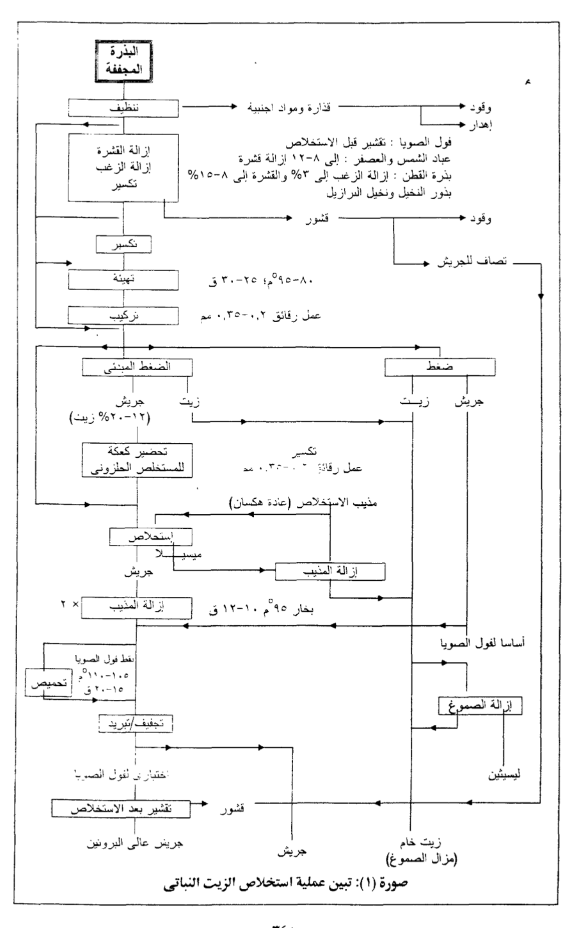
زيوت البذرة يمكن تخزينها لفترة طويلة قبل معاملتها فالبذرة مجهزة في الطبيعة لتتحمل مدداً طويلة بدون تلف وبالتالي فيحسن تخزين الزيت في البذرة أحسن من تخزينه كزيت خام بالحجم خارجها.

ومعظم الزيوت والدهون يحصل عليها في عملية من خطوتين: الخطوة الأولى بالضغط وفيها يقلل محتوى الزيت إلى ١٢-٢٠٪، والثانية بالإستخلاص بالمذيب. ولو أن الضغط هو الطريقة الأرخص إلا أنها تترك وراءها محتوى زيتي ٢ - ٣٪. فأحسن الإتاء يحصل عليه عندما يتبع الإستخلاص بالمذيب الضغط لأن الإستخلاص بالمذب يترك محتوى زيتي < ١٪ (الصورة ١).

التخزين والتنظيف وإزالة القشرة storage, cleaning & decorticating

تجفف بذور الزيت بعد الحصاد لمحاولة التخزين الطويل دون تدهور فيجب أن يكون هناك رطوبة منخفضة ولكن مع المحافظة على ثبات البذرة الميكانيكي وأقصى نسبة رطوبة تختلف: ففول الصويا < ١٣٪ وبذرة القطن < ١٠٪ والكوبرا (جوز الهند) < ٧٪ وعباد الشمس < ١١٪ ، وبذر الكتان < ١٠٪ وبذر النخيل < ٨٪ والسلجم < ٧٪ والفول السوداني < ١١٪.

وتجفف البذور عادة في مجففات اسطوانية rotary driers حيث تنقل خلال الأسطوانة موازية لغاز التسخين.



صورة (١): تبين عملية استخلاص الزيت النباتي

وفى مصنع الزيت تنتقل البذور من خطوة إلى أخرى عادة بواسطة حلزون أو ناقلات ميكانيكية أو هوائية pneumatic. وقبل المعاملة تزال جميع المواد الغريبة بإستخدام المغناطيس والمنخل والصفاطات pneumatic equipment وهذا هام للحصول على درجة عالية من الزيت ولمنع إضرار الأجهزة المعاملة.

وبعد التنظيف فإن بعض البذور تحتاج إلى إزالة القشرة وبالنسبة لبذرة القطن فيجب إزالة الزغب (تقريبا ٤٠٪) إلى محتوى ٣٪ زغب ثم تزال قشرتها (٣٠٪ من البذرة مزالة الزغب) وبذرة عباد الشمس (٣٠٪ قشور تقريباً) يزال قشرتها نظراً لعلو نسبة الشمع فى القشرة. وهذا يزيد من سعة مصنع الإستخلاص لأن المواد غير الحاملة للزيت تقل ولكن يحسن ترك ٨٪ مع البذور لتحسين وشل percolation المذيب خلال الحبوب للإستخلاص. والعصفر/القرطم safflower (وبه ٤٥٪ تقريباً قشور) يتبع نفس الطريق. أما فول الصويا (وبه ٧٪ تقريباً قشور) فتزال قشرته فقط إذا أريد جريش ذو بروتين عال وهذا يمكن إجراؤه قبل الإستخلاص (طرف أمامى head end) أو بعده (طرف خلفى tail end) ويتم إزالة قشرة الفول السودانى ومع السلجم ، فإن المحاولات أثبتت أنها غير ذات فائدة.

الطحن وتكوين القشور والتهيئة

grinding, flaking & conditioning

لضمان أحسن نتائج فى الإستخلاص فإن البذور يجب أن يقلل حجمها لإعطاء أحسن إتاء. وفيما عدا جوز الهند فإن البذور لاتختلف كثيراً فى الحجم وهى تظهر أشكالا منتظمة. والبذور تحتاج إلى الأعداد للضغط وكذلك الإستخلاص.

وخطوة تهيئة (الطبخ) مصممة بحيث تعطى أمثل رطوبة (لدانة) للبذرة، وتثبيط الإنزيمات الليبوليتية lypolitic وغيرها من الإنزيمات غير المرغوبة ولتكسير التركيب البذرى ولتقليل لزوجة الزيت وبجانب ذلك فإن تركيب البذرة يفتح بمسخ البروتينات كما أن الفوسفاتيدات تصبح غير ذائبة. ودرجة حرارة الطبخ تكون ٨٠ - ٩٥°م لحوالى ٣٠ق مع رطوبة قدرها ٥ - ١٠٪ فتصل نسبة الرطوبة إلى أمثلها ٣ - ٦٪.

والطابخات cookers تتكون من سلسلة من الأنابيب الأفقية (٣ - ٦) (أسطوانات) مع جاكتة تسخين وتنقل البذرة خلال الأنابيب بواسطة حلزون أو مجاذيف وفى النهاية تقع فى الأنبوبة التى تليها من أسفل. ويمكن أن يتكونوا أيضاً من مجموعة من ٤ - ٦ صوانى مستديرة مرصوصة فى وضع رأسى وتسخن قيعان الصوانى وتدار البذور على هذه الصوانى بمقلب لمنع تسخينها الزائد وبعد أن تمضى الوقت المناسب تمرر من خلال فتحة إلى الحجيرة الأسفل. فإذا مرت مباشرة إلى طور الإستخلاص فإن البذور المطبوخة يجب أن تبرد إلى أقل من درجة حرارة غليان المذيب.

ويمكن إحلال باثق extruder محل هذه العملية ويسمى الباثق " الموسع/الممدد expander" وفيه توصل الرطوبة إلى ١٠-١٥٪ ثم تسخن إلى ١٠٥-١٢٠°م. وتحفظ تحت ضغط فى الموسع/الممدد expander وترجع إلى الضغط العادى وتكون

الرطوبة هي ٤ - ٦ ٪ ثم تبرد إلى ٦٠°م تقريباً ثم تستخلص.

الضغط pressing

الضغط المستعمل حالياً هو الضغط الحلزوني expeller وفيه تنتقل البذرة خلال عمود دودى/حلزونى worm shaft يدور في برميل أفقي من قضبان من الصلب متوازية parallel وترتب هذه القضبان لتسمح بمسافات ٠,١ - ٠,٣٥ مم (أوسع في الجزء الأول) وبذا تكون قفصاً. والمسافة مابين العمود الدورانى screw shaft والقفص تنقص على طول البرميل وهذا يعوض النقص في الحجم الذى يحدث بسبب خروج الزيت وأيضاً يزيد الضغط. والزيت يسيل من خلال القفص ويجمع بينما الكعكة تحمل خارجاً بواسطة حلزون صغير. وعمود حلزوني خاص حيث تقسم غرفة الضغط إلى حجيرات بواسطة حلقات خانقة throttle rings تسمح بضغط البذور الطرية بدون خفض الحجم والطبخ. وتقل المسافة مابين عمود الدوران والقفص عند كل حلقة خانقة وبذا يزداد الضغط. وهناك إطلاق للضغط مباشرة بعد المرور على الحلقة لأن المسافة بعد ذلك هي دائماً مرتفعة. والمرور خلال المسافة الضيقة حول الحلقة يوقع ضغط القص shear press على البذرة وله تأثير مشابه لتكوين الرقائق. والحرارة المتكونة بالضغط في الضغط الحلزوني مع إطلاق الضغط خلف كل حلقة خانقة يعني أن هذا النوع من الضغط يعمل كضغط حلزوني وموسع/ممدد expander معاً. ويمكن أن يكون الضغط المستخدم عالياً إلى ٣٠٠٠ بار bar ولكنه عادة حوالى ١٥٠٠ بار bar. وجزء من الطاقة الميكانيكية يتحول إلى حرارة بحيث تصل درجة حرارة البذرة إلى ١٠٠°م تقريباً (أقصى حد حوالى ١٧٠°م). ومقدرة الضاغط الحلزوني المستخدم في الضغط المبدئي حوالى ١٠٠ - ٢٠٠ ولكن هناك أجهزة تسمح بضغط يبلغ ٥٠٠ طن في اليوم. وكعكة الضغط الحلزوني expeller cake وبها حوالى ١٢ - ٢٠٪ زيت في حالة الضغط المبدئي، ٢ - ٣٪ في الضغط تزال بواسطة حلزون وتكسر لتحضيرها للخطوة التالية وهي الإستخلاص بالمذيب وهي تكون منها رقائق فيما بعد في التصنيع.

أما الزيت الخام فهو يغذى الى تنكات ترسيب مستمرة أو مصافي هزازة ويضخ إلى تنكات تخزين.

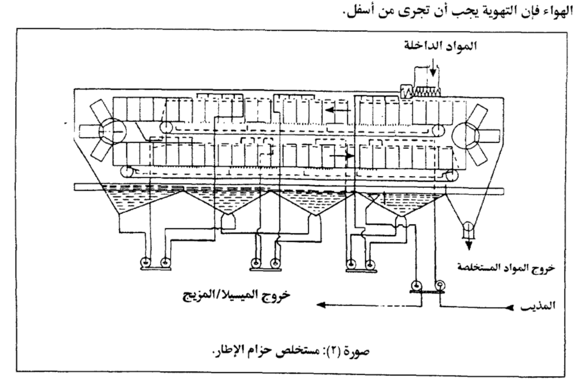
الإستخلاص بالمذيب solvent extraction

يتم الإستخلاص بالمذيب بوَشْل percolation المذيب خلال صحيفات platelets البذور المحضرة. ويتطلب في المذيب أن يكون غير سام وسهل الإزالة ولايذوب في الماء ومذيب قوى للزيوت ومنخفض السعر وليس ملتهباً ولامتفجراً. وليس من السهل مقابلة كل هذه الشروط ولكن الهكسان حل وسط وهو أكثر المذيبات إستخداماً. والإستخلاص بالمذيب كان يستخدم بطريقة الدفعات في عدة خطوات في مستخلصات مختلفة ولكنه تطور إلى طريقة مستمرة. وهناك أساسان للعملية: عملية الغمر immersion process حيث

تغمـر الـبـذرة فـي المذيـب وعمليـة الوشـل percolation process حيـث يمـرر المذيـب خلال البذرة ببطء.

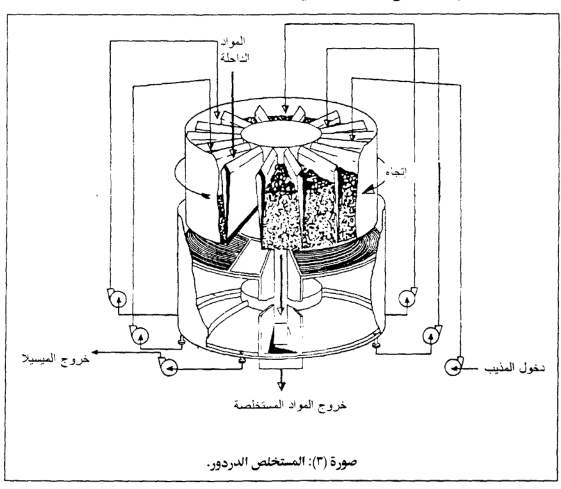
وعمليـة الوشـل هـي المسـتخدمة حاليـاً حيـث الإسـتخلاص مؤسـس علـى توزيـع متـوازن distribution equilibrium وهي تجرى في تيار عكسي counter current stream فالمذيب الطـازج يقـابل البـذرة الأكثر إستخلاصاً والبـذرة الطازجـة تسـتخلص بـالمذيب المحمـل بـالزيت. والمذيـب يُوشَـل percolates خـلال البـذرة ويجمع ويرش على البذرة مرة أخرى ليُوشَل من جديد. وهذا يتحقق بتحريك البذرة خلال الجهاز حيـث دش shower المذيـب (الهكسـان). أمـا أحواض الجمع فهي ساكنة static. والمصنع كله يجـب أن يكـون ضـد الإنفجـار وحـدود الإنفجـار لمخلوط هكسان–هواء هو مابين ١,٢ و ٧,٤حجم٪ هكسان. ولما كان البخار له كثافة أعلا بكثير من الهواء فإن التهوية يجب أن تجرى من أسفل.

وهنـاك نوعـان مـن الأجـهزة المسـتمرة تسـود الآن: حـزام الإطـار frame-belt والمستخلص الـدردور carousel extractor. وفـي مسـتخلص حـزام الإطار فإن البذرة تحمل خلال الجهاز في أقفاص التي تربط مع بعضها البعض في سلسلة ليس لها قيعان ولكنها تجرى موازية لحـزام معدنـي مخـرم لانهائي والذى يكون القـاع. وسلسلة الأحزمة تدور حيث يتكـون سلسلة فـوق وتحـت وتـزود الأقفـاص عند نهاية اليمين العليا وهي تتحـرك إلى اليسـار. وعند نهاية السلسلة العليا فإن المواد تقع مـن الخلية لأن الحزام المعدنـي المكـون للقاع أقصر. والبـذرة نصف المستخلصة تقع في قفص آخـر وتنقـل إلى اليمـين ويتخلـص منـها. والمذيـب الطـازج يقـابل البذرة الأكثر إستخلاصاً على نهايـة الجـانب السفلي ويضخ في إتجاه عكسي counter current ويترك الجهاز في أعلا على اليمين (الصورة ٢).



صورة (٢): مستخلص حزام الإطار.

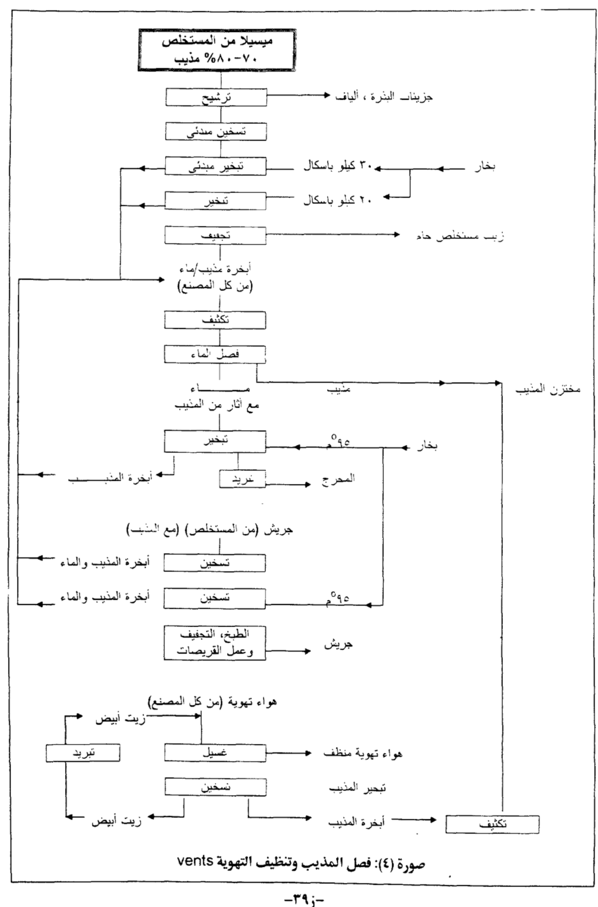
أما الدردور فإن الأقفاص تدور تبعاً للأساس المشروح أعلاه ولتحقيق إمرار عال فإن مستويين يمكن أن يرصا stacked. وتتأثر كفاءة العملية بثخانة الصحيفات (عادة مابين ٠,٢ – ٠,٣٥ مم) ومكوناتها ورطوبة البذرة ومقدار المذيب ٢٠ – ٣٥٪ زيت في المسيلا/المزيج ودرجة الحرارة (عادة ٤٠°م) ووقت الإستخلاص (الصورة ٣).



صورة (٣): المستخلص الدردور.

وحرارة التبخير للهكسان هى ٣٣٥ كيلو جول/كجم يجب أن تزال من الميسيلا المرشحة ومن الجريش ويجب ضمان أنه لا المستنفذ ولا المخرج effluent يحتويان أى مذيب . ويمكن أن يجعل فقد المذيب أقل من ٠,١٪ على أساس وزن البذرة المستخلصة (الصورة ٤).

والطاقة اللازمة للإستخلاص المباشر لزيت فول الصويا تتوقف على حجم وظروف المصنع وربما كان ٣٥ – ٥٠ كيلو وات/ ساعة/ طن طاقة كهربية 35-50 KW h^{-1} t^{-1} و ٤٠٠ – ٥٠٠ كجم/طن kg t^{-1} بخار. فإذا أتبعت طريقة الضغط المبدني فإن الكهرباء المطلوبة لإدارة الضغط الحلزوني ترتفع ٤٠ – ٦٠٪ وينخفض إستهلاك البخار ٥٠٪ تقريباً لأنه يلزم إنتزاعه strapped off.



صورة (٤): فصل المذيب وتنظيف التهوية vents

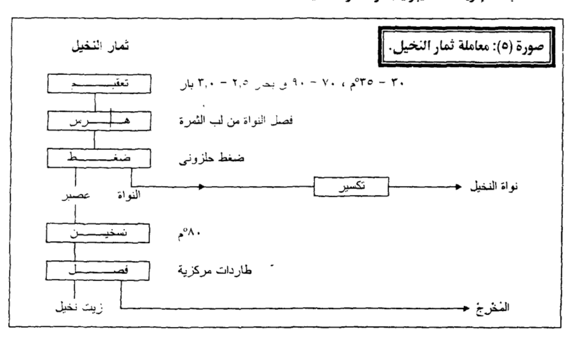
❖ زيوت اللب pulp oils

لب الفواكه يجب أن يضغط بأسرع مايمكن بعد الحصاد لأن تهدم الجليسريدات يبتدىء مباشرة. ولذا فهو يجرى بقرب مناطق النمو حيث ينمو والمثالان الهامان هما زيت الزيتون ٢ مليون طن/ سنة وزيت النخيل ٩٠ مليون طن/ سنة ويزداد.

• زيت النخيل palm oil

لإزالة زيت النخيل فإن كل الثمرة تسخن إلى ١٣٠ - ١٣٥°م فى معقم سعته إلى ٢٠ طن تحت ضغط ٢,٥ - ٣ بار bar والدورة حوالى ساعتين. وهذه المعاملة تثبط الإنزيمات الليبوليتية وتكسر الخلايا وتسهل فصل الحبوب فى الخطوة التالية ويتم ذلك فى طاحونة ذات قادوم بكفاءة > ٩٩٪. ويطبخ اللب على ٩٠ - ١٠٠°م لمدة ٢٠ - ٣٠ ق ثم يضغط فى ضواغط حلزونية. والعملية تنتج "عصيراً" به ٣٠ - ٣٥٪ زيت. يفصل بالطاردات المركزية ثم يجفف (الصورة ٥).

وتفصل نواة النخيل palm nuts من كعكة الضاغط الحلزونى expeller cake والباقى يجفف ويستخدم كوقود. ومصانع زيت النخيل يمكن أن تعتمد على نفسها فى الطاقة فتقريباً ٢٠ - ٢٢ كيلو وات/ ساعة من طاقة كهربية وتقريباً ٥٠٠كجم بخار تُحْتَاج لكل طن من ثمار النخيل.



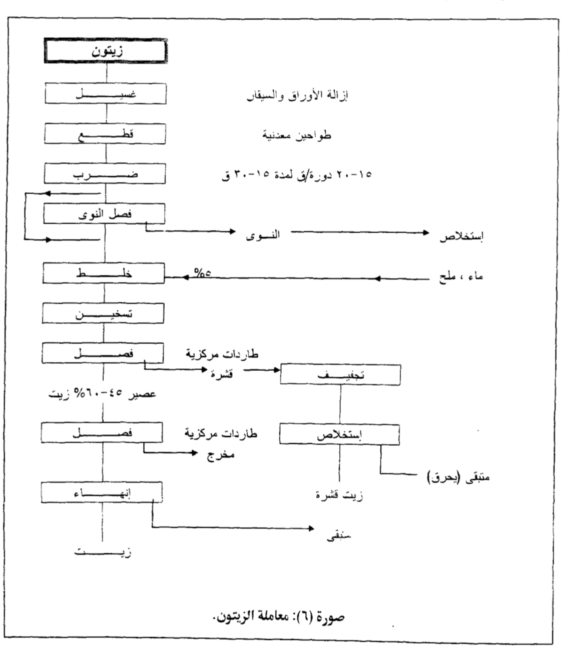
صورة (٥): معاملة ثمار النخيل.

• زيت الزيتون olive oil

يغسل الزيتون ويطحن ودرجة الحرارة يجب أن تحفظ أقل من ٤٠°م إذا كان المراد الحصول على إتاء عال من الزيت البكر. ويخلط الزيت فى خلاطات malaxeurs حيث يتم قصها وضربها على ١٥ - ٥٠ دورة فى الدقيقة لمدة ١٥ - ٣٠ق. ويفصل النوى واللب يخفف بعد ذلك بالماء قبل أن يفصل "العصير" فى ضاغطات ايدروليكية (أطر)

أو أحدث من ذلك في مصافق decanters. ويفصل الماء من "العصير" بواسطة طاردات مركزية. وطارد مركزي ثان يروق الزيت الذي يمر خلال مرشح والماء المزال من "العصير" يحتوي تقريبا ٠.١٥٪ زيت و١٢ - ١٥٪ مركبات عضوية. والطاقة اللازمة لمعاملة الزيتون هي من ١٢٠ - ١٨٠ كيلو وات / ساعة/ طن t^{-1} h^{-1} KW. والمتبقي من المصفق decanter ويحتوي على ٥ - ١٠٪ زيت زيتون يجفف إلى ٥ - ٨٪ رطوبة ويستخلص بالمذيب. ويحرق الجريش المستخلص مع نوى الزيتون في غرفة الغلاية وقد يستخدم كسماد أو علف حيوان (الصورة ٦).

ولكي يسمى "زيت بكر زيادة" extra virgin فإن الزيت من الضغط الأول يجب ألا يحتوي على أكثر من ١٪ أحماض دهنية حرة من ضمن شروط أخرى.



صورة (٦): معاملة الزيتون.

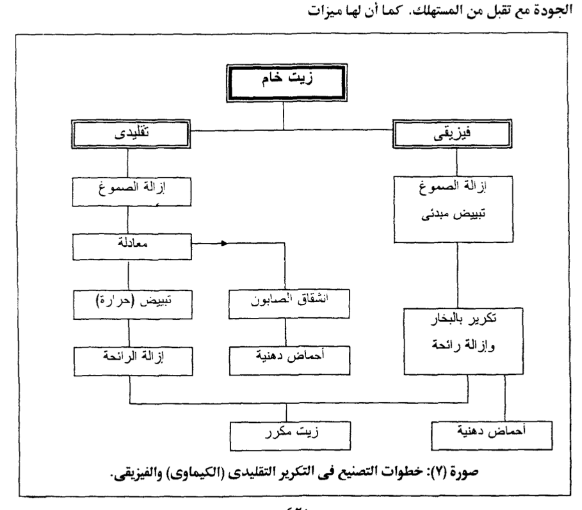
عمليات بديلة alternative processes

الإستخلاص بواسطة ثاني أكسيد الكربون فوق الحرج هي طريقة مؤسسة للقهوة منزوعة الكافيين ويمكن أن تكون مثالية لإستخلاص الزيت لأنه مذيب غير سام ومتعـــــادل (ك أ، أعلا من ٣١°م و ٧٢,٩ بار bar هو فوق حرج ويعمل كسائل مع خواص مذيب جيدة) ولكن ليس كالقهوة حيث يزال مكون صغير فإن إستخلاص الزيت يتطلب إذابة ٢٠ – ٤٠٪. وعلى ٣٠٠°م فإن إذابة الجليسريدات الثلاثية هي فقط ١٪ ولذا يحتاج إلى ضغط أعلا من ٦٠٠ بار bar للوصول إلى مستوى مقبول (تقريباً ٦٪ ذوبان بالكتلة عند ٨٠٠ بار bar و ٦٠°م). وهذه الضغوط العالية صعبة المناولة ولكن البحوث في العملية مستمرة لأنها تعطي زيت عالي الجودة مع تقبل من المستهلك. كما أن لها ميزات أن تكاليف ك أ، فوق الحرج أقل من الهكسان ولايعتمد على البترول. كما أن الطاقة المستخدمة أقل ويمكن أيضاً توفير خطوة إزالة الصموغ. كما أن الأحماض الدهنية الحرة المتبقية في الدهن المعامل أقل بجانب أن الهكسان قابل للإشتعال والإنفجار. (على عبدالنبى)

التكرير refining

يتوقف على نوع الزيت ومعاملة البذرة وظروف المعاملة فإن الدهون والزيوت تحتوى مكونات صغيرة يجب إزالتها لأنها تؤثر على المذاق والرائحة والمظهر أو ثبات التخزين.

والتكرير يمكن أن يتحقق بطريقتين مختلفين إما تقليدياً (كيماوياً) أو فيزيقيا كما في الصورة (٧).

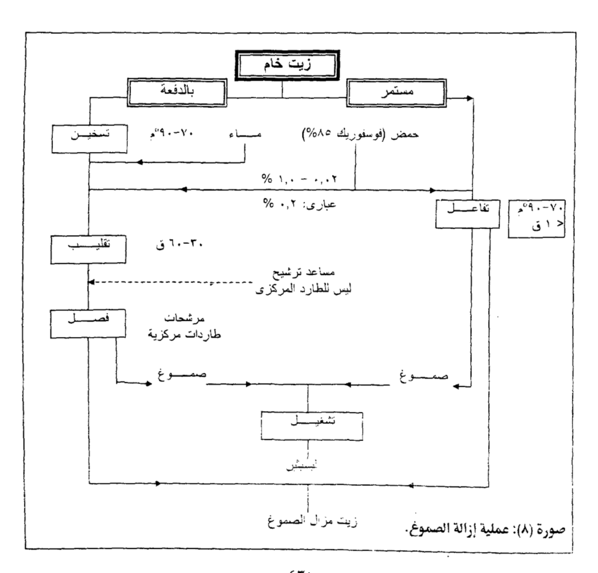


صورة (٧): خطوات التصنيع فى التكرير التقليدى (الكيماوى) والفيزيقى.

والفيزيقى له ميزة عدد خطوات معاملة أقل ولكن يحتاج إلى إزالة صموغ ولايمكن تطبيقه على جميع الزيوت. وهناك طريقة ثالثة تحت التجريب وهى التكرير الكروماتوجرافى (الفائق) chromatographic (super) refining.

الترسيب وإزال الصموغ (الصورة ٨)
settling & degumming

بعض الزيوت من البذور تحتوى صموغاً أساساً فوسفاتيدات (٢ - ٣٪) وهذه يجب إزالتها وأحدها يتميأ hydrated بسهولة ويصبح محباً للدهن ويترسب من الزيت. والفوسفاتيدات التى لم تتميأ تعامل بحمض قوى لحلمأتها بدون إنشقاق الزيت؛ ويستخدم عادة حمض فوسفوريك فيسخن الزيت ويضاف الحمض وبعد زمن التفاعل فإن وحل الصمغ-الماء يرشح أو يفصل بالطرد المركزى. والتفاعل يمكن أن يجرى بطريقة الدفعات أو مستمراً. وإزالة الصموغ العادية بالماء يعطى زيتاً به فوسفاتيدات ٥٠ - ٢٠٠ جزء فى المليون كفوسفور والطرق المتقدمة تعطى ٣ جزء فى المليون فوسفور (عادة ٥ - ١٥ جزء فى المليون) إذا كان الزيت الخام من جودة جيدة. والإستمار فى هذه الطرق يعززه تجنب الفقد فى المراحل الآتية من التكرير.



صورة (٨): عملية إزالة الصموغ.

❖ التكرير الكيماوى chemical refining

• التعادل neutralization

أثناء نضج الثمار أو البذور وخاصة بعد الحصاد تبتدىء الإنزيمات الليبوليتية فى شق الجليسريدات الثلاثية وتستمر العملية فى الزيت الخام بعد الإستخلاص. والأحماض الدهنية الحرة (ح.د.ح) هى مركبات ذات رائحة تنتج إنزعاجاً فى اللسان وفى الحلق ولذا يجب إزالتها ولأنها تتدخل فى خطوات التكرير.

- الميكانيزم mechanisms: التعادل يمكن أن يجرى فيزيقياً بالإستخلاص أو التقطير أو كيماوياً. وواحد من الطرق الكيماوية - وهى غير مسموح بها فى بعض البلاد - هو إعادة أسترة الأحماض الدهنية مع الجليسرول. أو تعادل بالأمونيا أو القلويات. وعادة الزيت يعادل بصودا كاوية وبها تتحول الأحماض الدهنية الحرة إلى صابون صوديومى وهذا مع الماء يكون صابوناً يمكن فصله. ولحساب كمية القلوى اللازمة تنقط عينة فى وجود فينولفثالين phenolphthalein كدليل. والزيت مزال الحموضة يغسل بالماء لإزالة آثار ص أ يد والصابون ويجفف إستعداداً للخطوات التالية. ويجمع الصابون وعادة يشق بالأحماض (حمض الكبريتيك). وللزيوت التى يصعب تكريرها تضاف خطوة طبخ صودا-زجاج مائى لإزالة الأجزاء غيرالمرغوبة ثم ترسب السيليكات المتكونة.

- الطريقة والأجهزة process & equipment

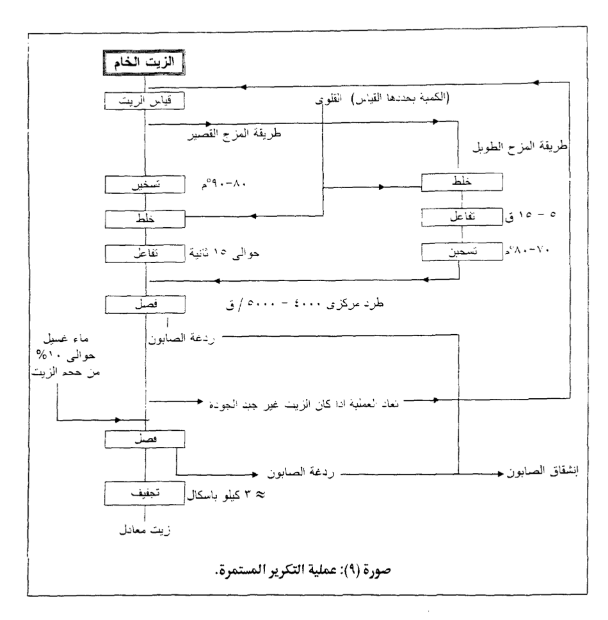
يمكن معادلة الزيت الخام من مصنع الزيت أو عملية إزالة الصموغ بدون تحضير. ويجرى التفاعل بالدفعة أو باستمرار. والدفعات لها أوعية رأسية ذات قيعان مخروطية مجهزة بملفات تسخين وزجاج للرؤية وصمام لفصل الصابون وقد تسع حتى ٤٠ م٣. ثم يسخن الزيت إلى ٦٠ - ٨٥°م ويرش القلوى الذى ينزل خلال الزيت ويعادل الأحماض الدهنية الحرة. ولضمان التعادل الجيد يضاف القلوى بزيادة ويتوقف ذلك على الظروف. ويمزج الزيت مع القلوى ويسخن ويفصل بالطاردات المركزية ويغسل بالماء وقد تكرر العملية إذا كان الزيت منخفض الجودة .

وطريقة المزج القصير مستعملة أساساً فى أوروبا بينما المزج الطويل مستعملة أساساً فى الولايات المتحدة (الصورة ٩).

وبعد التعادل يجفف الزيت إما فى وعاء الدفعة على ٦ - ٨ كيلو باسكال أو فى الطريقة المستمرة خلال مجففات تحت فراغ على ٢ كيلو باسكال.

وللتعادل بطريقة الدفعات حوالى ١٥٠كجم/ طن بخار و ٤ كيلو وات / ساعة / طن طاقة كهربية يستخدمان. وفى الطاردات المركزية فإن إستهلاك البخار يكون ٧٠ - ٩٠٪ من هذه القيمة وإحتياجات الكهرباء حوالى ١٢ كيلو وات / ساعة / طن.

ومن الممكن أن تجمع إزالة الصموغ والشموع (إزالة الشموع والجليسريدات الثلاثية عالية درجة حرارة الإنصهار) والتعادل بإستخدام الطاردات المركزية كما أن التعادل يمكن أن يجرى مع الميسيلا/المزيج قبل إزالة المذيب ، ولكن هذه يندر القيام بها (لزيت بذرة القطن).



صورة (٩): عملية التكرير المستمرة.

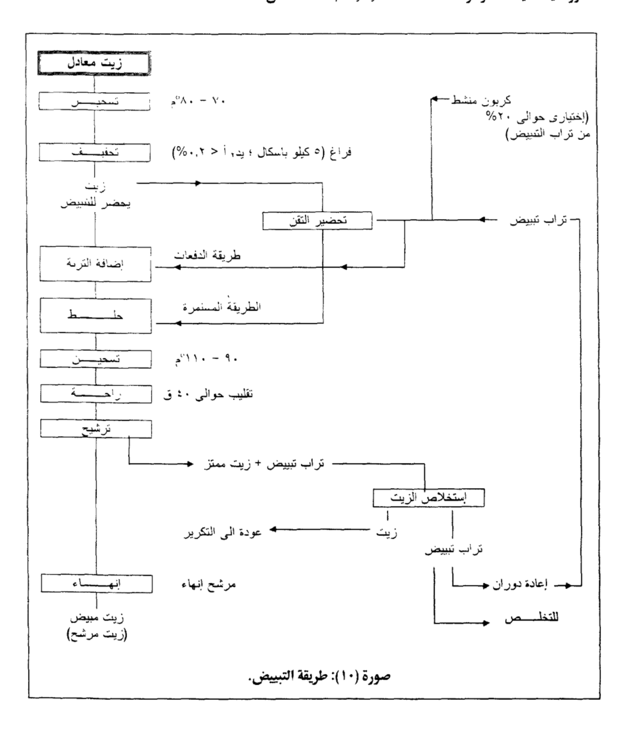
• **التبييض bleaching**

تحتوى الزيوت والدهون من عملية الإستخلاص جسيمات ملونة مثل الكلوروفيل والجوسيبول كما يوجد بعض الفوسفاتيدات الذائبة غرويا فى الزيت وهذه تزال فى عملية التبييض. وهذه عملية غير كيماوية ولكنها عملية فيزيقية حيث تمتز الجسيمات الملونة بواسطة تراب التبييض وتزال (صورة ١٠).

- **تراب التبييض bleaching earth**: هناك عدة أتربة للتبييض تحتوى مونتموريلونيت montmorillonite أو ايدروسيليكات الألومنيوم aluminum hydrosilicate وهى تتكون من طبقات بينها مسافات ١٠ - ٢٠ انجستروم أ Å. وعادة تنشط بواسطة معاملة بالحمض حيث تحل البروتونات محل الإيونات الموجبة cations فى المسافة بين الطبقات ثم يجفف الطفل clays إلى

٥ – ٦٪ رطوبة مزيلا الماء الممتز adsorbed.
وتبلغ مساحة سطح تراب التبييض المنشط ٢٠٠ – ٣٠٠ م²/جم والكربون المنشط يمكن إستخدامه كماص absorbent وهو يستخدم مع الزيوت الصعبة أو لإزالة شوائب البيئة مثل الايدروكربونات الاروماتية عديدة الدوائر polycyclic aromatic hydrocarbons ويستخدم – بالإضافة – على مستوى ١٠٪ من تراب التبييض. وتراب التبييض المستخدم تبلغ نسبته ١٪ من وزن الزيت.

وحديثاً فإن السيليكا المخلقة أقترحت لأنها حيث أنها مصنعة فإن حجم الجسيم يكون أكثر ثباتاً عن الطفل.



صورة (١٠): طريقة التبييض.

- **تحضير المواد الخام للتبييض:** تحضر الزيوت والدهون لتجنب إستخدام كميات كبيرة من التربة ولأن جزءاً من الزيت يفقد بالإمتزاز والصابون يجب أن يكون غائباً بسبب تبادل الأيونات بين أيونات الصوديوم من الصابون وبروتونات التربة وبذا تزداد نسبة الأحماض الدهنية الحرة حيث كونها مواداً قطبية تسد المراكز النشطة في التراب وعند درجات حرارة التبييض وتحت تأثير التراب الحفزى يمكن للماء أن يؤدى إلى حلمأة والأكسجين إلى أكسدة فالماء يجب أن يكون تحت ٠,٣٪.

- **الطريقة والأجهزة:** هذه تظهر في الصورة ١٠ وطريقة التبييض غير المستمرة تجرى في نفس الوعاء المستخدم في التعادل ويضاف التراب من فتحة في القمة ويكون الزيت دافئاً ويسمح له بالتفاعل ثم يزال بالترشيح. ويجب تجنب درجات حرارة فوق ١٥٠°م لأن تركيب الأحماض الدهنية قد يتغير بالتأثير الحفزى لتراب التبييض ولتجنب الأكسدة تجرى العملية على ٣ - ٤ كيلو باسكال.

وللتبييض المستمر يحضر تقن slurry في وعاء صغير مع جزء من الزيت وتراب التبييض وهذا التقن يضاف بإستمرار لتيار الزيت ويمر الخليط خلال وعاء بالتفاعل مع السماح بوقت كاف ويرشح التراب في عدد من المرشحات المستمرة والتي يمكن أن تكون قرص رأسي أو ورقة leaf أو شمعة (مرشحات الضغط ذات الأطر تستخدم في طريقة الدفعات). والتراب المستخدم يحتوى حوالي ٤٠٪ من وزنه زيت وهذا يمكن الحصول عليه بالإستخلاص بالمذيب أو النفخ بالبخار وإعادة التكرير ويرمى تراب التبييض المستخدم عادة.

وزيت النخيل يمكن أن يبيض حراريا فتهدم المواد الملونة في خطوة إزالة الرائحة على ٢٥٠-٢٦٠°م بعد تبييض مبدئي للزيت تقليدياً.

• إزالة الرائحة deoderization

أثناء الإستخلاص فإن بعض المواد ذات الرائحة : مثل الألدهيدات والكيتونات والتي تنتج عن الأكسدة تحمل من البذرة إلى الزيت كما تتكون هذه المركبات أثناء تخزين الزيت الخام بعد فقد بعض حاميات الأكسدة التي كانت توجد في البذرة، وهذه المواد يمكن تحديدها بالشم حتى على مستويات أقل من ١ جزيء في المليون ويجب إزالتها لضمان عمر رف طويل ومذاق مقبول من المستهلك.

- خلفية وميكانيزم إزالة الرائحة
background & mechanism of deodorization

إزالة الرائحة هي بواسطة تقطير ببخار الماء وتبعاً لقانون دالتون فإن نسبة الجزيئات في الطور البخارى تساوى نسبة ضغطها الجزئي في الضغط الكلي. ويقول قانون راؤول Raoults law أن الضغط الكلي هو مجموع نواتج الضغط الجزئي والجزيئي molar portion للمادة. والضغط البخارى للكيتونات والالدهيدات على ٢٠٠°م هو حوالي ٣٠ كيلو باسكال وهو حوالي ٣٠٠ مرة أعلا من ذلك الخاص بالأحماض الدهنية وهذا يبين أنه

لنصل إلى أوقات معاملة مقبولة وللحصول على نواتج ذات جودة جيدة فإن العملية يجب أن تجرى تحت فراغ. وحد التفاعل ينعقد بأن الجليسريدات الثلاثية ولو أن ضغطها البخارى أقل كثيراً إلا أنها تتقطر. وإذا بذل جهد لخفض الأحماض الدهنية الحرة والألدهيدات أو الكيتونات إلى أقل من ٠,١٪ لكل فإن كمية الجليسريدات الثلاثية فى المقطر تكون حوالى ٦٪ مما يسبب فقد غير مقبول فى الزيت.

ولكل زيادة قدرها ١٧°م فى درجة الحرارة فإن الزمن المحتاج إليه ينقص إلى النصف ولكن الحساسية الحرارية تزيد إعلا من ٢٨٠°م مع خطر تكون مواد غير مرغوبة artefacts ولذا تجرى العملية على درجات حرارة ٢٤٠°م لإزالة الرائحة أو ٢٧٠°م مع زمن إقامة قصير إذا كان التعادل التقطيرى distillative neutralization مقصوداً.

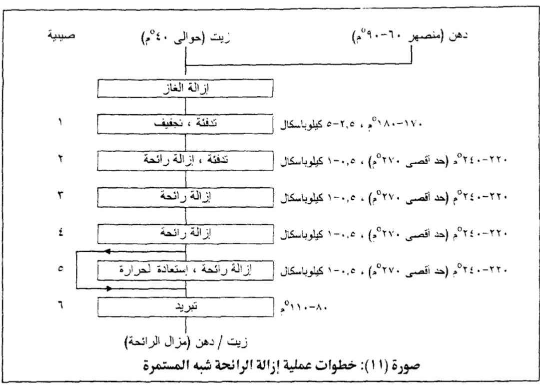
- **عملية وأجهزة إزالة الرائحة:** كما فى جميع الخطوات السابقة فإن إزالة الرائحة تقدمت من عملية دفعات إلى عملية شبه مستمرة إلى عملية مستمرة. والعملية المستمرة تفضل إذا كان الزيت سيجرى لمدة طويلة بدون تغيير بينما عملية الدفعات تستخدم كأحسن مايمكن لدفعات صغيرة من زيت واحد أو تغيير كثير.

ولإزالة الرائحة غير المستمرة تستخدم أوعية أسطوانية ذات أحجام تصل إلى ٥٠ م^{3} وهى معدة بملفات تسخين ومداخل سفلية (من القاع) للزيت والبخار ومخارج سفلية للزيت وفتحة على هيئة قبة للأبخرة وهى يجب أن تتحمل ضغوط سلبية تبلغ ١ كيلو باسكال. ويضخ الزيت إلى الداخل ويسخن إلى درجة حرارة إزالة الرائحة ويضاف البخار لمدة ٣ - ٥ ساعات على ١ - ٢ كيلو باسكال ودرجة حرارة ١٩٠ - ٢٤٠°م وبعد تمام التفاعل يبرد الزيت إلى أقل من ٩٠°م.

ومميزات طريقة الدفعات والطريقة المستمرة هى إلى حد ما متضمنة معاً فى الطريقة شبه المستمرة المبينة فى الصورة (١١) وهى أنها يمكن أن تجرى آلياً مع عمل تغيرات. وهى فى الأساس تتكون من رصة من الدفعات (كؤوس cups) وفيها تتم خطوات إزالة الرائحة. والمصنع يمكن أن يجرى بكفاءة إذا كان وقت الإقامة فى كل كأس واحد وكل خطوات الطريقة يجب أن تأخذ مضاعفات لهذا الزمن. وفى العادة فإن أجهزة إزالة الرائحة شبه المستمرة لها ٤ - ٦ كؤوس كل منها سعة ٢ - ٧ طن والوقت الميت التى يقع فيه الزيت إلى الكأس التالى يبلغ ١٥٪ فى كل دورة. والفراغ هو ٠,٥ - ١ كيلو باسكال والسعة حوالى ١٥ طن/ساعة من الزيت. والجهاز له إرتفاع حوالى ٢٠متراً وأجهزة مساعدة ١٠م فى الإرتفاع.

وإستهلاك الطاقة لعملية إزالة الرائحة شبه المستمرة بما فيها توليد الفراغ هى ٩٠ - ١٣٠كجم/طن من البخار، ٢ كيلووات/ساعة/طن من الطاقة الكهربية وحوالى ٣٠٠ مليون جول/طن لتسخين الزيت. وبالمقارنة فإن إستهلاك البخار فى إزالة الرائحة المستمرة هى ٣٥٪ أقل وطاقة التسخين المطلوبة حوالى ٣٥٪ ولكن الطاقة الكهربية تتضاعف. وإزالة الرائحة بالطريقة المستمرة يوجد لها أجهزة أفقية ورأسية ويوضع الزيت ليمر فى الجهاز على هيئة فلم

رفيع والذى يعامل بالبخار. وأحسن الأفلام يمكن أجراؤها بالفلم الساقط falling film أو بتصميم السرير المرصوص packed-bed design ولكن كثيراً منها أساسه الصينية أو تصميم قلنسوة الفقاعة bubble-cap design وعادة يوجد مبادل حرارى داخل فى التصميم.



صورة (١١): خطوات عملية إزالة الرائحة شبه المستمرة

- **الأجهزة المساعدة:** المتطلبات الرئيسية هى التسخين وتوليد الفراغ وتكثيف المقطر. وتعامل أجهزة إزالة الرائحة بالبخار غير المباشر أو بزيت تسخين thermal heating oil وهذه عادة أرخص ولكن يجب ذكر أن أى تسرب قد يشوب أو يلوث الناتج بينما البخار مأمون تماماً. ويولد الفراغ بنفاثات البخار steam-jet ejection ويتوقف العمل على ضغط بخار الماء وبالتالى على درجة حرارة الماء التى تحدد الفراغ. وإستهلاك البخار للنفاث (الذى لايجرى له ضبط) يمكن أن يخفض بالتنظيم خلال فوهة.

ومقطرات إزالة الرائحة يجب أن تكثف عادة خلال مكثف بارومترى ومصيدة دهن: وينتج ٢٠ - ٤٥م³/ طن من ماء بارومترى فإذا كان الماء نادراً فإنه يمكن إعادة إستخدامه خلال أبراج تبريد.

❖ **التكرير الفيزيقى physical refining**

وفيه ترتبط إزالة الرائحة مع التعادل فالأحماض الدهنية الحرة تزال مع البخار على درجات حرارة أعلا قليلاً من المستخدمة فى إزالة الرائحة. ولو أن هذه الطريقة كانت مرغوباً فيها أساساً مع الزيوت ذات نسبة الأحماض الدهنية الحرة العالية إلا أنها تفضل الآن كثيراً نظراً لظروف البيئة لأنها تتجنب

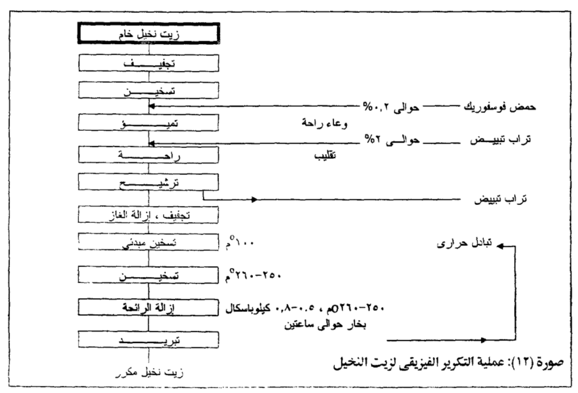
الكيماويات وإنشقاق الصابون والذى يؤدى إلى مخرج محمل بكبريتات الصوديوم.

والمتطلب للتكرير الفيزيقى هو محتوى منخفض جداً من الصموغ (فوسفور < ٥ جزء فى المليون) وللوصول لهذا الرقم مع كل الزيوت ماعدا زيت الزيتون وزبدة الكاكاو يجب أن تزال صموغها. وللذرة وفول الصويا والسلجم فإن خطوة إزالة الصموغ المبدئية ضرورية إذا كان الفوسفور < ٢٠٠جزء فى المليون أما زيت بذرة القطن فلايمكن تكريره فيزيقياً بسبب عدم ثبات الجوسيبول الحرارى لأنه يتحول إلى السواد.

والتكرير الفيزيقى يمكن أن يجرى بإستخدام أجهزة إزالة الرائحة وهذه يجب أن يكون لها جهاز فراغ كفء ومكثف للأحماض الدهنية (الصورة١٢). ويحتاج للتكرير الفيزيقى إلى ١٥ - ٣٠كجم/طن من بخار نزع/تنصيل stripping steam و ٢٠٪ - ١٠٠كجم/طن بخار لتوليد الفراغ. كما يحتاج إلى ٣ - ٤ كيلو وات/ ساعة / طن من الطاقة الكهربية. وحوالى ١٥٠ مليون جول / طن لتسخين الزيت.

• **المنتجات والتغير فى التركيب**

إعادة ترتيب الأحماض الدهنية بتأثير الحرارة يمكن أثناء التكرير ولكن إذا أجريت العملية جيداً فإن التغير فى تكوين الأحماض الدهنية يكاد لايلاحظ. والتكرير يزيل معظم الشوائب التى تكون فى الزيت وهذا يكون صحيحاً بالنسبة للشوائب البيئية مثل قاتلات الأوبئة pesticides والتى تكاد تزال كلية أثناء إزالة الرائحة. وكذلك الأفلاتوكسين والذى قد يوجد فى الفول السودانى فتخفض إلى ١٠٪ أثناء التعادل مع إزالتها إزالة كاملة أثناء التبييض.



صورة (١٢): عملية التكرير الفيزيقى لزيت النخيل

التكرير الكروماتوجرافى (الفائق)

chromatographic (super) refining

عندما يتم تنقية استرات الجليسرول بواسطة الكروماتوجرافيا نجد أن النواتج تكون فاتحة اللون حيث تحدث إزالة (اللون) مقدارها حوالى ٩٠٪ وكذلك تقل الرائحة والشوائب القطبية ويتحسن الثبات ضد الأكسدة. ويؤدى استخدام الكروماتوجرافيا إلى تنقية الزيوت والدهون من المكونات الصغرى غير المرغوبة والتى قد تتبقى فى الزيوت حتى بعد عمليات التكرير الأخرى وبذا يمكن استخدام الزيوت المنقاة كروماتوجرافياً كمواد حاملة carriers للبرفانات والصبغات والأدوية وفى تحضير الفوسفوليبيدات مثل فوسفاتيديل كولين أو فوسفاتيديل ايثانول أمين من مخاليط الفوسفوليبيدات المختلفة.

كما أن قوام الزيوت والدهون وثبات نكهتها واطالة فترة صلاحيتها للاستخدام أثناء عمليات التحمير خاصة إذا أضيف إليها ميثايل السليكون يتحسن.

(على عبد النبى)

المعاملة processing

ثلاث عمليات رئيسية تستطيع تحوير الدهون والزيوت لتحل محل مواد خام إما قليلة الوجود و/أو عالية فى السعر وبذا نضمن وجودها وهذه العمليات هى: التجزئة fractionation والتصلب hardening والأسترة المتبادلة interesterification.

التجزئة fractionation

الزيوت والدهون تُجَزأ لإعطاء مواد لايمكن وجودها فى الطبيعة أو غير موجودة محلياً أو قليلة أو غالية الثمن من أمثلة ذلك زيت النخيل palm oil الذى يعطى أوليين وزبدة الكاكاو cocoa butter والتى يمكن أن يحل محلها أجزاء من دهن أرخص.

وفى السابق كانت العملية تجرى على التالو tallow ولكنه أصبح أقل أهمية بإمكان التصلب hardening. والتجزئة عملية فيزيقية تستغل نقاط إنصهار وذوبان الجليسريدات الثلاثية لفصلها فى أجزاء فهى تترك الجليسريدات الثلاثية كما هى لاتتغير ولكنها تعطى أجزاء ذات خواص مختلفة عن تلك الموجودة فى الدهن الأصلى.

أساس عملية التجزئة

إن زيتاً يحتوى ن أحماض دهنية يمكن من الوجهة النظرية أن يتكون من (ن٣ +ن٢)/٢ جليسريدات ثلاثية كلها ذات نقط إنصهار مختلفة. ولتجزئة الزيت أو الدهن يبتدىء الأمر بصهره تماماً أو بإذابته فى مذيب ثم يبرد إلى درجة حرارة التجزئة فيتكون راسب يسمى ستيارين strearin يرشح والمتبقى السائل يسمى أولبين وإذا أريد أجزاء وسطية mid fractions فإن العملية تكرر مع الأوليين olein فالستيارين من هذه الخطوة الثانية يصبح هو الجزء الوسطى mid fraction.

تحضير المواد الخام للتجزئة

التجزئة يمكن إجراؤها مع الزيت الخام أو الزيت المكرر وإن كان من العادة أجراؤها مع الزيت المتعادل ثم التشتية winterization إو إزالة الشموع dewaxing.

عملية التجزئة

أهــم خطوتــين فــى التجزئـــة همـــا التبلـــر crystallization والترشيح filtration. والتبلـــر يتم فى خطوتين: تكوين النوايـا formation of nuclei ونمـو البلـورات. ونسبة معـدلات هـاتين العمليتين يحـدد حجم البلـورة وبالتـالى كفـاءة الفصل بين الأوليين والستيارين أو سهولة الترشيح. وللحصول علــى ترشيح جيـد فـإن حجـم البلـورة يجب أن يكون فوق ١٥٠ ميكرومتر ولكن إذا كـان حجم البلـورة كبيرا جداً فإنها قد تحتوى السـائل الأم mother liquid فتقلـل مـن كفـاءة عمليـة الفصل. ومن الوجهة العملية فإن الخطـوة الحساسة لتكوين النوايا تجرى وحدها منفصلة عن الخطـوة التى تأخذ وقتاً وهى نمو البلورة.

وهناك ثلاث طرق للتبلـــر: التجزئة الجافـــــة dry fractionation وتجزئة لانـــــزا Lanza والتجزئـــة المبتلـــــة wet fractionation والتى تختلف فى طريقة الفصل manner of separation. فمـع الطريقتـين الأولتين الأوليين والستيارين ينفصلان نظراً لأن عند درجة حرارة معينة فإن بعض الجليسريدات الثلاثية تكـون سائلة بينما تكـون الأخرى صلبـة. أما فـى التجزئة المبتلة فإن الأجزاء تفصل تبعاً لذوبانـها فـى المذيبات.

التجزئة الجافة

فى التجزئة الجافة يسخن الزيـت إلى ١٠- ١٥ °م فوق نقطة إنصهار أعلا جليسريداته الثلاثية ثم يبرد إلى درجة حرارة مثلى لتكوين النوايا. ويقلب ببطء لضمان توزيع درجة الحرارة بإنتظام. ثم ينتقل إلى مبلر crystallizer حيث يقلب ببطء أيضاً لنمو البلورات (الصورة ١).

دهـــن	
تسخيـــــن (انصهار)	١٠ °م أعلا من درجة انصهار أى من الجليسريدات
تبريـــــد (تنوية)	تقليب ببطء (١٠ - ٤٠ ق)
راحـــة (نمو البلورات)	درجة حرارة التبلر تبريد إزالة حرارة التبلر
ترشيـــح	ض > ٣ كيلوباسكال تحت ضغط ، اسطوانة تفريغ أو حزام مرشح ض > ٣٠ بار ضغط تغذية ، ضغط مرشح ذى أطر ض ≈ ٦ بار ضغط الغشاء ، ضغط مرشح غشائى
أوليـــن (مترشح) — ستيارين (متبقى)	

صورة (١): عملية التجزئة الجافة.

وتجرى التجزئة إما فى مرشحات ذات أطر plate filters أو مرشحات ذات أطر وأغشية membrane plate filters أو مرشح حزام belt filters. ومع النوعين الأولين يضخ الزيت خلال المرشح فتلتصق الكتلة إلى قماش الترشيح ويمكن إزالتها بعد الفتح (حوالى ٠,١ طن/ ساعة تقن slurry/ إطار plate).

وفى ضاغط الغشاء membrane press فإن الأوليين المتبقى يضبط من الستيارين بنفخ الغشاء المندمج فى أطر الضاغط press (المكبس). والأنواع الأخرى من المرشحات تتكون من أحزمة مخرمة إما مسطحه فى منطقة الترشيح أو ملتفة حول أسطوانة. والأوليين يمتص من التقن بالفراغ فى حين يزال الستيارين من الحزام بسكين (٠,٢ - ٠,٣ طن/ ساعة/ م٢ من مساحة الترشيح).

تجزئة لانزا Lanza fractionation

عملية تكوين النوايا والتبلر هى نفسها فى التجزئة الجافة. وللفصل الجيد للبلورات والتى فى التجزئة الجافة دائماً مبتلة بالأوليين فإنه يضاف محلول منظف detergent solution (مثل كبريتات لوريل صوديوم) وهذا المحلول ذو النشاط السطحى يغطى سطح البلورات بطبقة كارهة لليبيد/للدهن lipophobic مما يمكن من الفصل الأفضل من الأوليين المحب لليبيد/ الدهن lipophilic.

وعيب هذه الطريقة أن مادة كيماوية - والتى يجب أن تزال من كل من الجزئين - تضاف. وإن كان محلول المنظف يعاد إستخدامه. أما ميزة الطريقة فإنه بجانب فصل جيد هو أن الأجزاء يمكن فصلها بالطرد المركزى وهذا يسمح بإتاء أعلا.

عملية التجزئة بالمذيب

يذاب الزيت أو يخلط مع المذيب (هكسان وأسيتون) ثم يبرد إلى درجة حرارة التبلر (فوق متشبع supersaturation) ويزال المترسب بواسطة الترشيح بالفراغ فى أجهزة مضادة للإنفجار. وإختيار المذيب يتوقف على أى الأجزاء مطلوب. والستيارين يصهر والمذيب يقطر من كل من الجزئين ويعاد إستعماله.

والتجزئة بالمذيب تعطى أحسن فصل لأنه لايوجد أوليين داخل البلورات كما أنه يغسل من سطح البلورة ولكن العملية غالية جداً ولذا لاتستخدم إلا فى دهون خاصة.

التشتية وإزالة الشمع

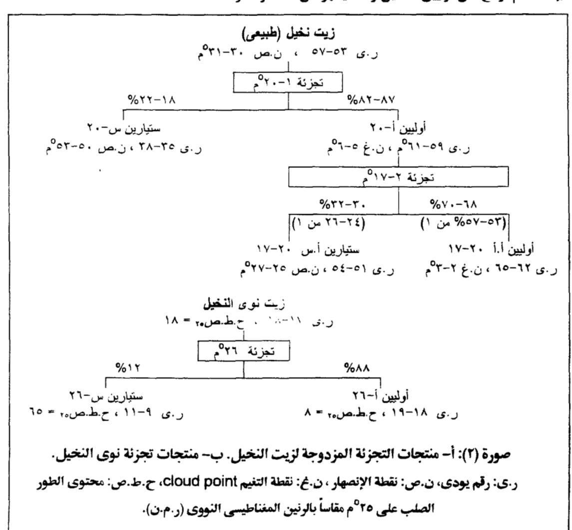
التشتية حالة خاصة من التجزئة الجافة والغرض منها إزالة كمية صغيرة من الجليسريدات الثلاثية (الستيارينات) والتى يمكن أن تترسب خلال فترة التخزين على درجة حرارة منخفضة للزيت مما يجعله عكراً. وهى تجرى على زيت بذرة القطن وزيت فول الصويا الصلب قليلاً فهما يبردان لعدة ساعات ثم يرشحا.

ونفس التأثير يتم على زيت عباد الشمس والذرة وزيت رجيع الكون (الأرز) وتحتوى هذه على شموع فى البذور. وأساس العملية مثل التشتية. والترشيح صعب إلى حد ما لأن الشموع تميل إلى سد الثغور. ويحاول الآن مع ترشيح الأغشية لإزالة الشموع.

منتجات التجزئة

غرض التجزئة هو الحصول على أجزاء مختلفة من الدهن الأصلى لها خواص مختلفة وهى إما تناسب أغراضاً معينة مثل بدائل زبدة الكاكاو أو تسمح بإستخدام أوسع مثل أوليين النخيل وهذا يظهر من الصورة (٢) حيث تجزئة زيت بذرة النخيل والتجزئة المزدوجة لزيت نخيل طوى.

ونظراً لطبيعة العملية الفيزيقية فلايحدث تغير كيماوى فى الناتج بل يقسم المخلوط إلى جزئين أو أكثر.



صورة (٢): أ- منتجات التجزئة المزدوجة لزيت النخيل. ب- منتجات تجزئة نوى النخيل.

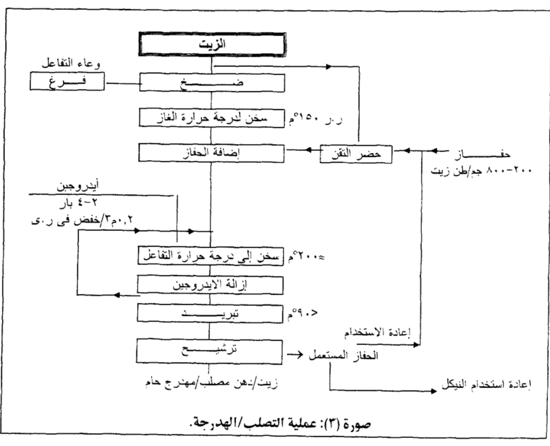
ر.ى: رقم يودى، ن.ص: نقطة الإنصهار ، ن.غ: نقطة التغيم cloud point، ح.ط.ص: محتوى الطور الصلب على ٢٥°م مقاساً بالرنين المغناطيسى النووى (ر.م.ن).

التصلب/الهدرجة

hardening/hydrogenation

إن عملية التصلب والتى تهدرج جزء من الزيت السائل إلى دهن صلب ساعدت فى مقابلة إحتياجات التمدن المتصاعدة وتستخدم الهدرجة أيضاً لتحسين ثبات التخزين للدهون والزيوت وكلما زادت درجة عدم التشبع كلما زاد تفاعل الأكسدة والتفاعل يحدث بترتيب حمض الأولييك فاللينولييك فاللينولينيك ١ : ١٠ : ١٥٠. وزيت

السمك بوجه الخصوص غير مشبع جداً ولذا يستخدم مصلباً/مهدرجاً. وكذلك الـ oil bean كثيراً مايشبع خفيفاً لتقليل كمية حمض اللينولينيك وبذا يزاد ثباته (صورة ٣).



صورة (٣): عملية التصلب/الهدرجة.

الأسس والميكانيزم

تتناسب نقطة إنصهار الدهن مع عدد الروابط المزدوجة فى الأحماض الدهنية المؤسترة مع الجليسرول لتكوين جليسريدات ثلاثية فى الدهن. وأساس التصلب/الهدرجة هو تشبع هذه الروابط المزدوجة جزئياً بإضافة أيدروجين ويستخدم حفاز وهى عملية طاردة للحرارة exothermic وإن إحتاجت لبعض طاقة التنشيط. والتفاعل يحدث خلال معقد π بين الأيدروجين والرابطة المزدوجة ك=ك فى الحمض الدهنى غير المشبع وهى فى الزيوت والدهون النباتية فى شكل سيس cis-configuration. وفى معقد π فإن ك=ك يمكن أن تدور بحرية وإذا كان هناك تفاعلاً عكسياً فإن الروابط المزدوجة سيس cis وترانس trans تتكون. واختيار جيد لظروف التصلب يجعل شكل ترانس أقل مايمكن ولكنها فى الوقت الحالى لايمكن تجنبها. والروابط المزدوجة تهدرج فى مراحل:

ثلاثى	ثنائى	أحادى	مشبع
		عدم التشبع	

لينولينيك ←ث٣— لينولييك ←ث٢— أوليك ←ث١— ستياريك

والتوازن يتوقف على ثوابت التفاعل (ث٣ ، ث٢، ث١) والثوابت أعلا من (ث٣) ليس لها أهمية عملية لأن كل مستويات عدم التشبع أعلا من ٣ تؤخذ على أنها ٣.

ونسبة الثوابت المختلفة تسمى إختيارية/انتقائية التفاعل selectivity of reaction وتحدد تكوين المنتج النهائى فإذا كان خ٣٢ (إختيارية ث٣/ث٢) عالية فإن تكوين حمض اللينولينيك إلى حمض اللينولييك يكون أسرع كثيراً عن تفاعل اللينولييك إلى أولييك والناتج النهائى لايوجد به حمض اللينولينيك ولكن حمض اللينولييك يكون موجوداً بكميات ملحوظة.

وتركيب المنتج النهائى يتوقف بقوة على إختيارية التفاعل والتى تتأثر أساساً بالمعالم الآتية:

- نوع الحفاز (السطح وقطر الثغر وتركيب الثغر وحجم الجسيم ودرجة التسمم).
- درجة حرارة التفاعل (ذوبان الأيدروجين ولزوجة الزيت).
- ضغط الأيدروجين (ذوبان الأيدروجين).
- عملية التصلب (المفاعل الحلقى loop reactor، عملية ذات نهاية مسدودة).
- سرعة التقليب (توزيع الأيدروجين).

وكقاعدة عامة فإن ١ م٣ من الأيدروجين لكل طن من الزيت/الدهن مطلوبة لخفض الرقم اليودى بمقدار الوحدة.

وهدرجة فوق صوتية ultrasonic hydrogenation مازالت فى طور التجربة كما أن التصلب الإنزيمى يتم بحثه ولكن للأسف بنجاح بسيط.

❖ المواد الخام والمساعدة

• الحفاز catalyst

كل المعادن التى لها عدد عال من البروتونات وحجم ذرى منخفض تصلح كحفازات وهى أساساً الكروم والنيكل والنحاس وأعضاء مجموعة البلاتين وهى يمكن استخدامها كمعدن غير متبلر أو ملحقة إلى حامل ويستخدم فى الوقت الحالى النيكل ملحقاً بحامل أساساً تربة دياتوماشيوس diatomaceous earth (كيسلجور kieselguhr).

ولإنتاج الحفاز فإن نك(أ يد)٢ $Ni(OH)_2$ يرسب من محلول ملح نيكل على حامل ثم يرشح ويجفف ثم يتم إختزاله بالايدروجين على ٣٥٠ - ٥٠٠°م وهو عادة يباع مغطى بدهن صلب. وسطح النيكل هو حوالى ١٠٠ م٢/جم ويتكون فى حفاز جيد من بلورات مكعبة تحتوى على أكثر من ١٠ ذرات. والحفاز عادة يعاد إستعماله مع إضافة حفاز طازج وبذا نضمن جودة المنتج. أما الحفاز المستهلك فيعاد إستعماله. والدهن الممتص يغسل بالهكسان والنيكل يذاب بواسطة أحماض معدنية أو بمعقدات الأمونيا ويعاد إستخدامه فى إنتاج الحفاز. أما الكيسلجور المتبقى فيرمى.

• الأيدروجين وإنتاجه

الأيدروجين ينتج أساساً بواسطة التكوين من حديد/بخار (طريقة الإتصال contact process) أو تكوين الكانات alkanes سخنة (عملية إعادة تكوين البخار steam reforming process) أو التحليل الكهربى للماء electrolysis of water. والعمليتان الأخيرتان تستخدمان كثيراً الآن أساساً

معتمدة على إتاحة الغاز الطبيعى النظيف أو الكهرباء (حوالى ٥ كيلو وات ساعة/م٣ يد٢ ca. 5 KW h m^{-3} H_2). والأيدروجين المنتج من التحليل الكهربى له أعلا نقاء وذلك المنتج من حديد/ بخار أقل نقاء.

وخواص الأيدروجين المطلوب لنتائج هدرجة جيدة هو محتوى يد٢ > ٩٩,٩مجم ٪ وماء < ٠,١ حجم ٪ . ك أ < ٠,٠٣ حجم ٪ وكبريت < ٢٥٠ جزء فى المليون.

• **تحضير المواد الخام**

الزيوت والدهون التى سيتم فصلها يجب أن تتوفر فيها عدة خواص حتى نضمن عملية صحيحة بدون فقد كبير فى الحفاز : أحماض دهنية حرة (ح.د.ح) < ٠,٠٥٪، وصابون < ٠,٠٥٪ وماء < ٠,٠٥٪ وكبريت < ٠,٠١ وفوسفوتيدات < ٥ جزء فى المليون (محسوبة كفسفور) وهذه ليست ضرورية جداً ولكنها ضرورية للحصول على ناتج جيد. أما الحديد والنحاس فيجب أن يكونا غائبين.

❖ **عملية التصلب والأجهزة**
the hardening process & equipment

التفاعل يجرى فى وعاء يمكن تفريغه ويجهز بمقلب ومدخل للأيدروجين ومخرج له وملفات تسخين/تبريد.

ويضخ الجزء الأساسى من الزيت إلى وعاء التفاعل ثم يفرغ هذا ويسخن إلى درجة حرارة "الغاز" gassing temperature حوالى ١٥٠°م. ويستخدم الباقى لتحضير التقن slurry مع الحفاز والذى يضاف بعد الوصول لدرجة حرارة "الغاز" وحيث يضخ الأيدروجين إلى الداخل. ويسخن المخلوط إلى درجة حرارة التفاعل (حوالى ٢٠٠°م) ولما كان التفاعل طارد للحرارة فإن المخلوط يجب أن يبرد للمحافظة على درجة الحرارة المطلوبة وبعد تمام التفاعل فإن الأيدروجين يتم ضخه للخارج ويبرد المخلوط إلى حوالى ٩٠°م ويرشح الحفاز.

وفيما يسمى المفاعل الحلقى loop-reactor فإن التسخين والتبريد للمخلوط يتم أجراؤهما خارج الوعاء ويضخ المخلوط خلال مبادل حرارى خارجى والذى يسمح بضبط درجة حرارة التفاعل نظراً لعلو كفاءة المبادل الحرارى إذا قورن بملفات التسخين الداخلة فى الوعاء. ثم يحقن المخلوط مرة ثانية فى وعاء التفاعل حاملاً أيدروجين من الحيز العلوى للوعاء (الصورة ٣).

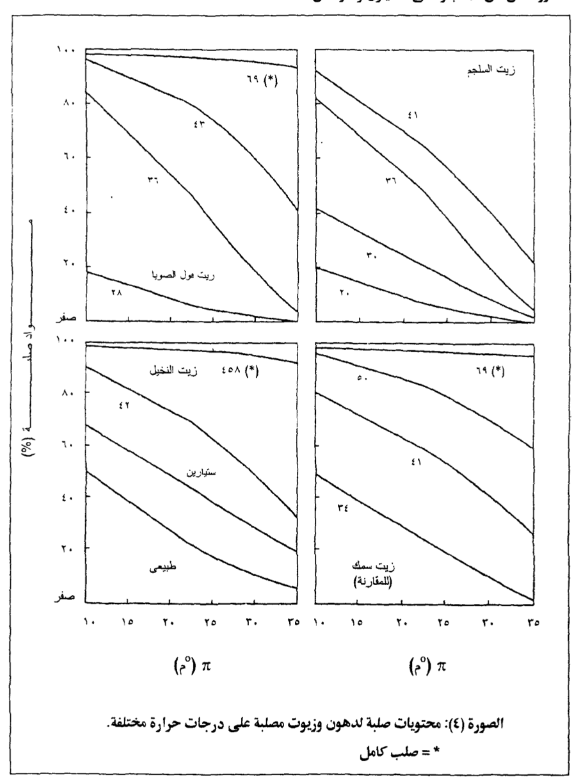
❖ **النواتج**

الغرض من الهدرجة هو تغيير تكوين الدهون كيماوياً حتى تزيد من درجة حرارة الإنصهار أى عدد الجسيمات الصلبة على درجة حرارة معينة (صورة ٤). وهذا يقدر بالرنين المغناطيسى النووى (ر.م.ن NMR) وهى طريقة أكثر دقة من نقطة الإنصهار.

❖ **التغير فى التكوين**

الجليسريدات المتكونة لاتختلف عن الطبيعة ولكن الأحماض الدهنية الترانس تتكون من السيس وهى توجد طبيعياً بنسبة ٥٪ فى دهن اللبن فإن نسبتها فى الدهون المتصلبة عادة أعلا وهى لاتؤثر على

الصحة. وهي تسلك مسلك الأحماض الدهنية المشبعة وتأثيرها يقلل بواسطة حمض اللينولييك والأولييك ومحتوى النيكل في الدهون المصلبة المكررة أقل من ٠,١ جزء في المليون وهو أقل من ذلك الموجود في بعض الزيوت الخام أو متوسط الأغذية النباتية (٠,٥ - ٣ جزء في المليون).



الصورة (٤): محتويات صلبة لدهون وزيوت مصلبة على درجات حرارة مختلفة.

*** = صلب كامل**

الأسترة لمتبادلة

الأحماض الدهنية ليست موزعة إعتباطياً على المواضع الثلاثة من جزيء الجليسرول ولكنها تتبع نظاماً يتبع الرمز الوراثي للمصدر حيوانياً أو نباتياً. وفي الدهون النباتية فإن الأحماض الدهنية غير المشبعة يفضل إرتباطها بالموضع ٢ في حين في الدهون الحيوانية فإن هذا الموضع يشغل بأحماض دهنية مشبعة. وهذا التوزيع يحدد الخواص الفيزيقية للجليسريدات الثلاثية وبالعكس فإن هذه الخواص يمكن أن تتغير بإعادة توزيع الأحماض الدهنية إما بتوزيع إعتباطي أو بتوزيع موجه directed manner. والأحماض الدهنية نفسها لاتتأثر وهذه العملية تعرف بالأسترة المتبادلة وهي تشغل مكاناً بين العملية الفيزيقية للتجزئة والعملية الكيماوية للهدرجة. وعادة فإن مخاليط من الزيوت والدهون يتم أسترتها مما يؤدي إلى دهون ذات خواص "مفصلة tailor made".

أسس الأسترة المتبادلة

الأسترة المتبادلة تحدث على درجات حرارة أعلا من ٢٥٠°م ولإجرائها كعملية منظمة على درجات حرارة أقل فإنها عادة تحفز بواسطة قلوى-قوى. وتفاعل القاعدة مع الجليسريدات الثلاثية يؤدي إلى معقد إنتقال -ثنائي أسايل الجليسرول diacylglycerol- وهذا هو الحفاز الحقيقي وإسترايثايل حمض دهني fatty acid athyl ester. وتحت تأثير الحفاز فإن الاسترات يحدث لها تبادل حتى تصل إلى توازن إحصائي statistical equilibrium مع توزيع إحصائي للأحماض الدهنية في الجليسريدات الثلاثية.

الحفاز

تستخدم القلويات القوية كحفازات مثل أيدروكسيد الصوديوم والكوكسيد الصوديوم وتستخدم حفازات خاصة لتوجيه الأسترة المتبادلة مثلاً سبائك لها نقطة انصهار أقل من صفر°م.

وإستخدام إيثيلات الصوديوم ٠,٠٥ - ٠,١٪ من الحفاز ضروري على درجة حرارة تفاعل حوالي ١٠٠°م وزمن قدره ١٠ - ٣٠ق.

تحضير المواد الخام للأسترة المتبادلة

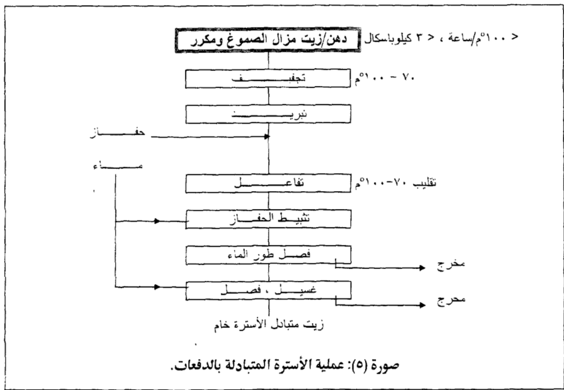
يجب تحضير الزيوت والدهون التي سيتم تبادل أسترتها بعناية حتى نتجنب تثبيط الحفاز والذي يتم أساساً بمعطيات البروتونات. والخواص المطلوبة هي: أحماض دهنية حرة (ح.د.ح) < ٠,٠٥٪ وصابون < ٠,٠١٪ ورقم بيروكسيد < ١ وماء <٠,٠١٪.

❖ العملية والأجهزة

• **أسترة متبادلة إعتباطياً:** تجرى عملية الدفعات في نفس الأوعية التي أستخدمت في إجراء التعادل بالدفعات. وبعد التجفيف فإن المخلوط يسخن إلى درجة حرارة التفاعل وهذه يمكن أن تختلف من درجة الحرارة المحيطة إلى ١٧٥°م ويتوقف ذلك على الحفاز والعملية المستخدمة ولكن عادة تجرى على ٧٠ - ١٠٠°م. وبعد تمام التفاعل فإن الحفاز يجب تثبيطه عادة بالماء ثم يغسل الزيت بعناية

والصورة (٥) تبين عملية أسترة متبادلة ذات دفعات بإستخدام الإيثيلات.

وهناك عملية مسجلة (تسجيل إختراع) تتفاعل بإستمرار يمكن إجراؤها على حوالى ١٣٠°م فى أنبوبة احتفاظ مرتبطة بإزالة حموضة ومستخدمة بمخلوط من قلوى وجليسرول.



صورة (٥): عملية الأسترة المتبادلة بالدفعات.

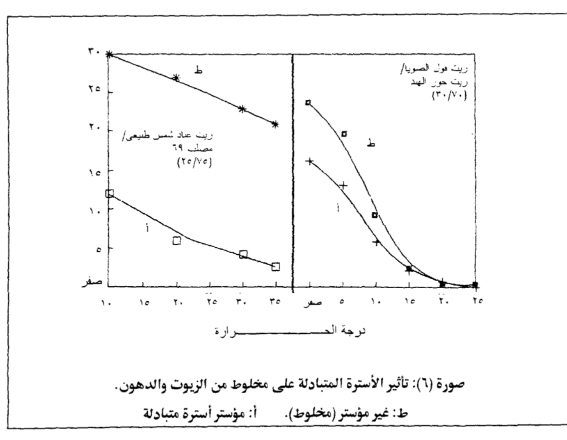
• **أسترة متبادلة موجهة directed interesterification:** تجرى الأسترة المتبادلة الموجهة على درجة حرارة تحت نقطة إنصهار جزء من الجليسريدات الثلاثية المتكونة أثناء التفاعل. وأهم جزء فى هذه الجليسريدات الثلاثية ذات نقطة الإنصهار العالية يترسب ويزال من التوازن وهذا يؤدى إلى منتجات ذات كميات من المواد الصلبة على درجة حرارة أعلا.

• **الأسترة المتبادلة الإنزيمية:** وهذه لازالت تحت التطور. وتستخدم أنزيمات بعضها ليبازات وهذه الإنزيمات يمكن أن تعمل غير متخصصة non-specifically ومتخصصة مجسمة stereospecifically أو متخصصة نحو أحماض دهنية معينة. وبإستخدام الطريقتين الأخيرتين فإنه من الممكن الحصول على منتجات لايمكن الحصول عليها بالعملية الكيماوية. فمثلاً بعض إنزيمات الليباز غير المتخصصة تؤدى إلى تكوين أحماض دهنية حرة وجليسرول، أما إنزيمات الليباز المتخصصة خاصة على الموقعين ١، ٣ فى الجليسريدات الثلاثية فتعطى أحماضاً دهنية حرة وثنائى اسايل جليسرول (٢، ٣ أو ١، ٢)، وهذه

تتحـول إلى ٢-جليســريد أحــادى) أمــا النــوع المتخصص نحو أحماض دهنية معينة فتزيل هذا الحمض المعين من جزئ ثلاثى اسايل جليسرول وينتج أحماض دهنية وثنائى اسايل جليسرول (٣،١ ، ٣،٢).   (على عبدالنبى)

المنتجات

تغير الأسترة المتبادلة من الخواص الفيزيقية للجليسريدات الثلاثية فنقطة إنصهار الزيوت والدهون النباتية ترتفع بينما تنخفض نقطة إنصهار الدهون الحيوانية (الصورة ٦).



صورة (٦): تأثير الأسترة المتبادلة على مخلوط من الزيوت والدهون.

ط: غير مؤستر (مخلوط).   أ: مؤستر أسترة متبادلة

التغيرات فى التكوين

بإستخدام الكوكسيدات alcoxides فإن أسترات الأحماض الدهنية الكحولية تتكون فى العملية ولكن حيث أن لها نقاط غليان منخفضة فهى تزال تماماً أثناء إزالة الرائحة.

أمثلة للزيوت والدهون المحورة

ومن أمثلتها إنتاج بدائل زبدة الكاكاو حيث أن زبدة الكاكاو قليلة وغالية مع خواص تأتى من أنها تتكون من ١٤ – ١٦٪ ب.أ.ب ، ٣٥ – ٤٠٪ ب.أ.س و ٧٥ – ٢٧٪ س.أ.س (وزن ٪ ؛ أ = أولييك ، ب = بالميتيك ، س = ستياريك) والتى لاتوجد فى أى من الدهون الأخرى الطبيعية. ولإنتاج بدائل زبدة الكاكاو يمكن إجراء التجزئة فمثلاً للحصول على المطلوب من ب.أ.ب كجزء وسطى من زيت النخيل فإن س.أ.س كستيارين من دهن الكريتة sheu (tree) و ب.أ.س و س.أ.س من illipé.

الإستخدام applications

مالم يكن كزيت الزيتون الذى يعطى نكهة خاصة للأغذية فإن الزيوت النباتية تكرر وتزال رائحتها بل وفى كثير من الأحيان تحور بواسطة الهدرجة أو الأسترة المتبادلة أو التجزئة أو أحياناً التشتية من أجل تغيير نقطة الإنصهار أو تغيير سلوك التبلر أو تحسين الروقان. وهذه يمكن إجراء كل واحدة منها على حدة أو بإرتباطات وعلى كل زيت أو مخلوط منها. وبهذه الطريقة يمكن إنتاج خواص مختلفة عن الزيوت الأصلية ومفصلة لإحتياجات الصناعة.

الزيوت النباتية فى الخبيز

فى عملية الخبيز تستخدم الزيوت النباتية فى صورة مرجرين أو دهن تنعيم. وهذه المنتجات الملدنة plasticized تخلط وتعامل لإنتاج مدى لدن كاف وتركيب بلورى مرغوب والذى يؤدى عملاً طيباً فى الوصفة الخاصة على مدى متسع من درجات الحرارة. ووظيفة الدهون الملدنة فى الخبيز هى:

١- دهن تنعيم (تشحيم).

٢- تهوية العجين.

٣- خواص مستحلبة.

٤- إعطاء طبقة غير منفذة.

٥- إعطاء نكهة.

٦- تحسن خواص الحفظ الجيد.

وهذه الوظائف يمكن إيضاحها بالحلويات القصيرة وكعكة ماديــــرا madeira cake والحلويات المنتفخة puff (ذات الرقائق) flaky.

فعندما يخلط الدقيق والماء فإن بروتينات القمح تتميأ hydrated لتكون جلوتين gluten وهو شبكة مطاطة متماسكة والتى تصبح صلبة وقَصِفَة brittle بعد الخبيز. وإضافة الدهن والذى ينتشر smear خلال العجين كجسيمات مجهرية يحمى بعض الدقيق من الماء فى العجين وبذا يعترض شبكة الجلوتن ليعطى ضَعْفاً فى العجين. وبالخبيز فإن الحلويات تكون أقل خشونة وقصافة وأسهل فى الأكل فهى أنعم "أقصر" فى القوام. وتقليدياً فالفطائر الناعمة "القصيرة" صنعت من دهن من أصل حيوانى خاصة دهن الخنزير lard لأن دهن الخنزير يتبلر على شكل الـ β بلورة والذى هو ضرورى للحلويات القصيرة/الناعمة الجيدة. ولكن يمكن عمل حلويات قصيرة/ناعمة ناجحة من مخاليط الزيوت النباتية والتى تتبلر فى بلورات β ، β` فالمطلوب هو تلازج صحيح وسلوك لدن.

وفى تحضير كيكة الماديرا أو كيكة قياسية فإن مقدرة الدهن اللدن على دمج الهواء كفقاعات صغيرة مع قدرة الإستحلاب للدهن والذى يضمن أن يوزع فى جسيمات دقيقة خلال الأطوار المتعددة للعجين هو ضرورة فى الحصول على كيكة ذات حجم جيد وتركيب قشرة مستو. وفى عملية الخبيز فإن خلايا الهواء الناتجة أثناء تحضير العجين الأصلى تعمل كنوايا والتى فيها يتمدد ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء ليعطى الكيكة حجمها النهائى وكذلك تركيب القشرة ولايوجد أى خلايا هواء جديدة بعد تحضير العجين الأصلى وهذا يعضد دور الدهن.

ومكونات الزيت النباتي في الدهن اللدن أو المرجرين في إنتاج الكيكة يجب أن يكون لها تبلر `β لأن هذا التحوير مع عناقيد البلورات الصغيرة هو الأكثر ضماناً في المحافظة على الهواء المدمج في توزيع دقيق. وفي حالة المرجرين أو دهن التنعيم ذات الأغراض العامة general-purpose shortenings and margarines فإن قوام لدن جيد يحصل عليه بخلط المكونات ذات نقطة الإنصهار العالية مع زيت نباتي سائل لإعطاء مستويات مقبولة من الدهن الصلب كما يقاس بالرنين المغناطيسي النووي ذى النبض pulsed (ر.م. ن. ب) أو بـ ر.م.ن NMR على درجات حرارة المستعملة.

وعدد من المستحلبات يمكن إدخالها في دهون التنعيم لتحسين خواص الكريمية creaming وخواص الإستحلاب مثل الجليسريدات الأحادية. ولكن يستخدم غيرها مثل استرات عديد الجليسرول ولاكتات الجليسريدات الأحادية ، وأحادى ستيارات البروبيلين جليكول propylene-glycol monosteatate والسوربات العديدة polysorbate.

والفطائر المنفوخة puff pastry هي نوع وحيد من المنتجات المخبوزة حيث ينتج تركيب رقائقي flaky أو طبقي layered. والمنتج يعتمد على مقدرة المرجرين أو الدهن لإعطاء حاجز غير منفذ لبخار الرطوبة والغازات بين طبقات العجين مع شبكة جلوتين مطورة جيداً. وأثناء الخبيز فإن هذه الطبقات من الدهن تحتفظ بالبخار والغازات والتي تتمدد لإعطاء القوام الرقائقي flaky structure.

وتقليدياً فإن دهون اللحم كانت تفضل لتحضير مرجرين الفطائر المنفوخة لأنها أظهرت لدانة جيدة ومقاومة لأى تطرية غير ضرورية أثنا تحضير الفطائر. ولكن التقدم في المعاملة أظهر أن خلطات الزيت المصنوعة من زيوت نباتية طبيعية أو محورة يمكن إستخدامها لإعطاء مرجرين فطائر منفوخة مقبولة. والتركيب يجب أن يحتوى على نسبة عالية من الدهن الصلب عند درجة حرارة الشغل. وفي المعاملة فإن مخلوط الزيت يبرد " بالصدمة shock-chilled" من درجة حرارة مرتفعة ثم يعرض لرجيم من عجين ثقيل العجن لإعطاء القوام اللدن الجشب المرغوب. والجدول (١) يبين بعض تركيبات مخلوطات الزيت للمنتجات المعطاه.

ويمكن معاملة الدهن لأغراض الخبيز في أشكال أخرى فمثلا دهن تنعيم سائل يمكن ضخه وكذلك دهن مسحوق. فدهن التنعيم الذى يمكن ضخه يعامل على مبادل حرارى بحيث يمكن كشطه من على السطح حتى يولد بلورة `β ثم يُعَرَّضْ لتشغيل بعد التبريد شديد قبل أن يخزن في وعاء ذى جاكتة من أجل ضبط درجة الحرارة في مدى ضيق لضمان أن الناتج يحتفظ به في حالة ضخ ممكنة.

ودهون التنعيم السائلة هي تقن slurry يمكن صبه من نسبة صغيرة من دهن متبلر ذى نقطة إنصهار مرتفعة معلق في زيت نباتي سائل. والقوام المشابه للتقن يحصل عليه: (١) بتبلر بطيء لإعطاء التحوير β (في التعبئة لايكون متقارباً جداً) which does not pack as closely ثم (٢) المعاملة لتقليل التجمع إلى أقل حد ممكن بحيث يمكن

المحافظة على التقن بدون إنفصال. ودهون التنعيم التقن مثلها مثل دهون التنعيم السائلة تعتمد كثيراً على نظام الإستحلاب فى وظائفها وهى تستخدم فقط فى إنتاج الكيكة.

جدول (١): بعض تركيبات مخلوطات الزيت المستخدمة فى المنتجات المخبوزة.

التركيب	النسبة (٪)
دهن تنعيم ذو أغراض عامة general purpose shortening	
١- زيت بحرى مهدرج إلى نقطة إنصهار ٤٤°م	٢٠
زيت بحرى مهدرج إلى نقطة إنصهار ٣٥°م	٦٥
زيت سائل	١٥
٢- زيت نخيل مهدرج إلى نقطة إنصهار ٥٨°م	١٠
زيت فول صويا مهدرج إلى نقطة إنصهار ٣٠°م	٩٠
مرجرين الكيك	
١- زيت بحرى مهدرج إلى نقطة إنصهار ٤٤°م	٢٠
زيت بحرى مهدرج إلى نقطة إنصهار ٣٥°م	٤٠
زيت نخيل	٢٠
زيت نباتى سائل	٢٠
٢- زيت نخيل مهدرج إلى نقطة إنصهار ٤٤°م	١٠
زيت فول صويا مهدرج إلى نقطة إنصهار ٣٦°م	٤٥
زيت نخيل	٢٥
زيت نباتى سائل	٢٥
مرجرين للفطائر المنفوخة	
١- زيت نخيل مهدرج إلى نقطة إنصهار ٤٦°م	٢٥
زيت نخيل مهدرج إلى نقطة إنصهار ٤٢°م	٢٥
زيت سلجم مهدرج إلى نقطة إنصهار ٣٤°م	١٠
زيت نباتى سائل	٤٠
٢- دهن جسم البقر الأولى premier jus نقطة إنصهار ٥٤°م	٤٥
تالو tallow نقطة إنصهار ٤٣°م	٣٠
زيت نباتى سائل	٢٥

ومسحوقات الدهن تعمل بواسطة التجفيف بالرشاش فى أبراج الرشاش المتعددة الحديثة. وبالتبريد ذى الطبقة المسيلة fluidized-bed cooling فإن مساحيقاً تحتوى على ٨٠٪ دهن يمكن أن تنتج. وأحسن تقنية ناجحة هى الكبسلة الدقيقة micro-encapsulation حيث بإستخدام التجفيف بالرشاش فإن الدهن يدفن embedded فى نقيطات دقيقة فى مادة غير دهنية مثل الجيلاتين أو الصمغ العربى أو النشا أو الدكسترين. والحوامل قد تحد من بعض الإستخدامات ولكن يمكن إستخدامها بنجاح فى وصفات الخبيز. ومن إستخداماتها الرئيسية مخاليط الكيكة سابقة التحضير وإدخال المستحلبات فيها يعطى نتائج جيدة. كما تستخدم مساحيق الدهن فى الفوقيات التى يمكن خفقها whipped toppings وكريمات القهوة ...الخ.

الزيوت النباتية فى مؤسسات تقديم الطعام

تستخدم الزيوت النباتية بكثرة فى تقديم الطعام أساساً كزيوت سلطة أو زيوت طبيخ وهذه الزيوت يجب أن تكون ثابتة ضد التأكسد وسائلة على درجة حرارة الغرفة فتستخدم زيوت فول الصويا والسلجم والذرة وبذرة القطن وعباد الشمس وهى تعامل بحيث تصبح غير ذات طعم تماماً completely bland وربما أجريت عليها عملية التشتية حتى تكون رائقة على درجة حرارة الغرفة. وفى حالة زيت فول الصويا فإنه يعامل بهدرجة الفُرْشَة brush hydrogenation لتقليل محتوى حمض

اللينولينيك ثم بالتشتية لإزالة أى جليسريدات ثلاثية عالية درجة حرارة الإنصهار.

زيوت السلطة

أهمها زيت الزيتون نظراً للنكهة الخاصة ويحصل على زيت زيتون بكر اكسترا extra virgin olive oil بالعصر الميكانيكى للثمار الطازجة ثم بالترويق بعد الضغط للحصول على زيت أخضر غامق رائق يحتوى على مضادات أكسدة طبيعية ومركبات النكهة. وزيوت السلطة يمكن إستخدامها مباشرة على السلطة والصلصة الفرنسية والتى هى أساساً زيت وخل وتوابل. وهناك أشكال أخرى من صلصة السلطة salad dressings فالطباخون يعملون المايونيز mayonnaise والذى يمكن أن يحتوى على ٦٥ - ٨٤٪ دهن. ومعروف أن المايونيز هو مستحلَب زيت فى ماء مثبت بصفار البيض ويمكن أن يحتوى مكونات مثل الخل والسكر والملح والخردل. كما أن كريمات السلطة يمكن إنتاجها وتحتوى نصف مايحتويه المايونيز من زيت نباتى. وزيوت السلطة والطبيخ تستخدم كثيراً فى الصلصات الخاصة مثل صلصات الهولنداز Hollandaise والبيارناز Bearnaise والتى تحتوى حتى ٣٠٪ زيت نباتى. ويجب أن يكون لها خاصية الإلتصاق بالغذاء الساخن لإعطاء غضوضة/العصيرية succulence دون أن يكون صمغياً gummy.

❖ التحمير frying

• التحمير الضحل shallow frying

فى التحمير الضحل أو تحمير الحلة pan frying فإن زيت الطبخ يعمل على تطوير نكهة ولون الغذاء كما يمنع الغذاء من الإلتصاق بسطح الطبيخ الساخن. وفى التحمير الضحل فإن الطباخ يجب أن يضمن أن درجة الحرارة لاتحرق سطح المادة. وبهذه الطريقة فإن كل النكهة واللون تتكون من التفاعل بين البروتين والكربوايدرات والدهن ونواتج أكسدة هذه المواد. ولما كان فى تحمير الحلة الزيت يستخدم مرة واحدة فليس هناك خوف من الأكسدة وبعض المنتجات من نوع التقن slurry ثم تطويرها بواسطة هدرجة الفُرْشَة brush-hydrogenation لإعطاء ثبات ضد الأكسدة وهذه تستخدم فى التحمير العميق ولكن لأنها يمكن صبها pourable فهى يمكن إستخدامها فى التحمير الضحل.

• **التحمير العميق deep-fat-frying**: هو من أكثر طرق تحضير الأغذية وأهمها. ويستخدم فى المعاهد والمصانع وفيه بعكس التحمير الضحل فإن الغذاء ينغمس تماماً فى الزيت الساخن ويعاد إستخدام الزيت ومن الممكن الإحتفاظ به على درجة حرارة عالية لمدد طويلة كما أن المواد الدهنية ومواد أخرى من الغذاء الذى يطبخ يمكن أن تنتقل إلى زيت التحمير. وطبيعة التحمير العميق تحدد نوع الزيت أو الدهن المستخدم وفى كثير من الحالات حيث يكون هناك (رقم) تحول عال high turnover فإن زيوتاً نباتية عالية عدم التشبع

مثل زيت فول الصويا أو السلجم يمكن إستخدامها بنجاح. وحيث التحول أقل والثبات ضد الأكسدة مطلوب حيث يحتفظ بالزيت ساخناً مدة طويلة فإنه يمكن إستخدام زيوت نباتية مهدرجة بحيث يقل عدم التشبع جوهرياً وبذا يتحسن الثبات. ويمكن هدرجة الزيوت النباتية إلى درجات مختلفة لتحسين الثبات للأكسدة مع الإحتفاظ بإحساس خال من التشحيم وهذه البدائل تعطى إختياراً بحيث يمكن إختيار الجودة المناسبة للعملية والناتج.

وكمثال للتحول العالى فإن تحمير رقائق البطاطس هو عملية مستمرة الآن وفيها إمتصاص الزيت يبلغ ٣٢ - ٤٠٪ والتحول فى الزيت عال جداً بحيث أن الزيوت النباتية غير المشبعة يمكن إستخدامها بنجاح عادة كجزء من خليط من الزيوت مثل زيت النخيل أو الجزء السائل منه.

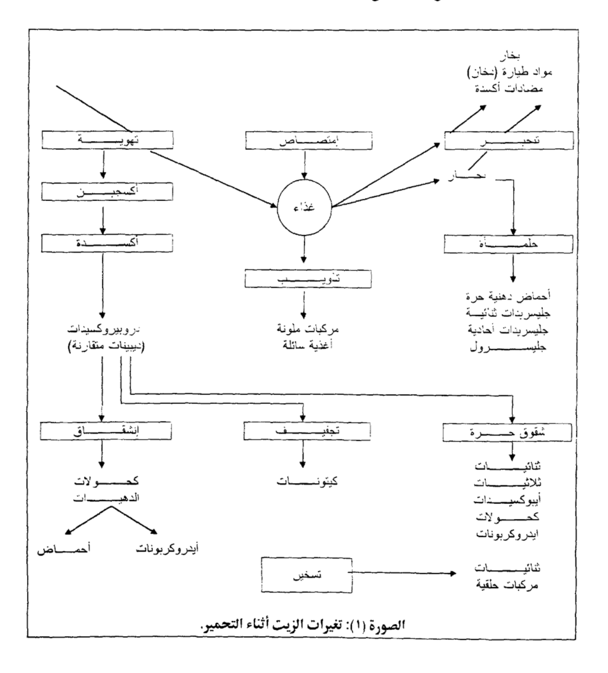
وفى عملية غذاء سريع حيث يحتفظ بالفراخ بإستمرار ساخنة فإن الزيوت مع مستويات منخفضة من عدم التشبع والتى حصل عليها بالهدرجة تستخدم مثل زيت فول الصويا حيث خفضت درجة عدم التشبع من ١٣٠ - ١٣٥ رقم يودى إلى ٧٠ - ٧٥ أو فى حالة زيت النخيل من ٥٥ إلى ٤٠ - ٤٥ (رقم يودى). وفى بعض مخارج الغذاء السريع فإن نظاماً للتحمير تحت الضغط يستخدم لتحضير الفراخ المحمرة وهذا يستخدم مُحَمِر مقفل وفيه الرطوبة المتبخرة ترفع الضغط فى الوعاء مسرعة من طبخ الفراخ. ولكن دهن الفراخ ينض للخارج فى زيت التحمير مما يسبب تحول دهنى أكبر. وفى بعض المطاعم فإن التحمير والسوتيه sautéing تجرى بإستخدام زيت مهدرج هدرجة خفيفة لزيادة الثبات ضد الأكسدة وتجنب تكون نكهات قوية (فى التحمير العميق) معطياً حياة تحمير أحسن لعملية متقطعة. والزيوت مثل زيت النخيل أصبحت تستخدم مع السمك ورقائق البطاطس حيث عدم التشبع الأقل فى زيت النخيل بالمقارنة مع الزيوت النباتية السائلة يجعلها البديل المفضل.

التدهور أثناء التحمير

تتدهور الزيوت والدهون النباتية أساساً نتيجة لعملية حلمأة وأكسدة وتكون حلقات وبلمرة (الصورة ١). وحيث أن عملية التحمير تجرى على درجة حرارة مرتفعة وفى وجود الأكسجين فإن العمليات الحرارية والأكسدة تتم فى نفس الوقت منتجة منتجات تكسر طيارة وغير طيارة. وطبيعة وكمية هذه المنتجات تتأثر بظروف التحمير ونوع الغذاء الذى يحمر وهى بتجمعها تؤدى إلى تكوين نكهات غير مرغوبة فى الغذاء وتدخين ورغاوى وتكوين ألوان غير مرغوبة فى وسط التحمير.

والحلمأة تؤدى إلى زيادة الحموضة فى دهون التحمير نظراً لأنها تولد أحماضاً دهنية أصلا وجليسريدات أحادية وثنائية من الجليسريدات الثلاثية. وأنواعاً معينة من صوابين الأحماض الدهنية يمكن أن تخلق وهذه تسرع من تكسر وسط التحمير. والأكسدة تحدث من خلال طريق مماثل لأكسدة درجة الحرارة المنخفضة أى تكوين وتكسير مركبات وسطية ايدروبيروكسيدية. ولكن ليس فقط تكوين وتكسير الإيدروبيروكسيدات الوسطية يكون سريع جداً ولكن أيضاً فإن تكسر

المنتجات الثانوية يكون غير ثابت أيضا فيحدث لها تكسير تأكسدى لإنتاج مواد طيارة وغير طيارة. وكلا الحلمأة والأكسدة تنتج منتجات أكثر قطبية من الجليسريدات الثلاثية التى لم تتغير والأحاديات الدائرية cyclic mpnomers للأحماض الدهنية هى من أكثر المركبات المتكونة بالدائرية الجزيئية الداخلية intramolecular cyclization فعند تسخين الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع فإنها تكون أولاً الأحماض الدهنية المتقارنة conjugated والتى تُدَوَّر cycling بعد ذلك. فمثلاً مشابهات حمض اللينولينيك المتقارنة تُدَوَّر إلى مشابه ثنائى الإيثيل الدائرى cyclohexadienyl isomer ووجود ثنائيات الأحماض الدهنية dimmers قد أُثبِتَ فى الدهون المسخنة.



الصورة (١): تغيرات الزيت أثناء التحمير.

والجليسريدات الثلاثية المبلمرة والتى توجد فى الزيوت النباتية المسَاء إستخدامها حرارياً تنتج عن تكثف أثنين أو أكثر من جزيئات الجليسريدات الثلاثية لتكون مركبات ذات وزن جزيئى عال. وتكون البوليمر يؤدى إلى زيادة فى اللزوجة وفى حالة زيت فول الصويا وزيت عباد الشمس فإن تكون ٧ - ١٠٪ جليسريدات ثلاثية مبلمرة يؤدى إلى ظهور رغاوى ثابتة وزيادة مستوى البوليمر يمكن أن يؤثر على خواص إنتقال الحرارة لزيت التحمير مما يؤدى إلى زيادة إمتصاص الدهن وهذا يعطى غذاء شحمياً غير مستساغ وهو غير إقتصادى فى الإنتاج.

وعلى ذلك فيمكن لزيوت التحمير النباتية أن تحتوى جليسريدات ثلاثية مبلمرة وكثير من مشتقاتها المؤكسدة ومواد دائرية. وبعض منتجات التكسر ونسبتها فى الزيت النباتى المسخن يتأثر بعوامل مثل درجة الحرارة والتعرض للأكسجين وزمن التسخين وسعة التحمير والتحول وطريقة إنتقال الحرارة والمعادن المتصلة بالزيت وخلافه.

والغذاء الذى يتم تحميره يمكن أن يؤثر على نوع وكمية منتجات التكسير التى تظهر فى زيت التحمير بثلاث طرق:

١- إطلاق مضادات الأكسدة الطبيعية أو المواد المؤكسدة pro-oxidants فى زيت التحمير وهذه تمتص على المادة التى تحمر.

٢- إمتصاص منتجات الأكسدة الدهنية على مادة التفاعل.

٣- التأثير الحفزى لمختلف المجموعات الوظائفية الموجودة فى الغذاء نتيجة التفاعلات الثانوية أو الشقوق الحرة فى الزيت.

وإنتشار الزيوت الطيارة من الأعشاب والتوابل يزيد من ثبات زيوت التحمير فالجزر يحمى زيوت التحمير نتيجة إنتقال صبغات كاروتينية. ومواد التفاعل التى تخمر يمكنها أن تربط المعادن الثقيلة مثل النحاس والحديد فى معقدات غير فعالة فى الزيت وبذا تعطل الأكسدة. وإنتقال مضادات الأكسدة من الزيت إلى الغذاء المحمر يحسن من ثبات الرف. والدهن الذى يبقى فى الغذاء المحمر يكون أكثر تأكسداً من الدهن فى الحلة - غالباً جزئياً - لإمتصاص منتجات الأكسدة فى طبقات السطح للأغذية المحمرة. وتفاعلات الأكسدة والبلمرة أثناء التحمير تعطلها مادة التحمير.

تأثير مضادات الأكسدة على عملية التحمير

أكسدة الزيوت النباتية هى سبب أساسى للتدهور فالأكسدة تحدث عند الرابطة المزدوجة كشق حر فى سلسلة تفاعل. والتفاعل حفزى ذاتى autocatalytic فالشق الحر الذى نتج عن فقد بروتون من α كربون ميثيلين α-methylinic carbon يكون عرضة للمهاجمة بواسطة الأكسجين مما يؤدى إلى تكوين ايدروبيروكسيدات. والشقوق الحرة المتكونة هى بادئات قوية للأكسدة وبذا يزيد التفاعل والسلسلة تنتهى إما بإتحاد الشقوق الحرة أو تدخل المواد المضادة للأكسدة.

فمضادات الأكسدة تحتوى على مجموعات فينول تستقبل الشق الحر لتكون مركباً ثابتاً ولايحدث

أكسدة للجليسريدات الثلاثية. ومن أمثلة ذلك مضادات الأكسدة المخلقة مثل أيدروكسى توليوين البيوتيلى أ.ت.ب BHT وأيدروكسى أنيسول البيوتيلى أ.أ.ب BHA وأيدروكسى كيتون البيوتيلى الرابع أ.ك.ب.ر tertiarybutylhydroxyquinone TBHQ. أما مضافات الأكسدة الطبيعية التى تظهر هذا النشاط فهى التوكوفيرولات والتى توجد فى الزيوت النباتية وثنائى فينول الروزمارى rosmaridiphenol وهو يوجد فى إكليل الجبل/حصى البان rosemary.

وقد وجد أن مضادات الأكسدة الطبيعية والمخلقة تؤثر قليلاً على مد حياة التحمير لأنها يتم تقطيرها بالبخار على درجات حرارة التحمير وأن عمليات الأكسدة سريعة جداً حتى أن المتبقى من أى مضاد أكسدة يستنفد بسرعة. كما أن مضادات الأكسدة التى تمتص بواسطة الأغذية المحمرة من وسط التحمير حتى على المستويات المنخفضة يمكنها أن تمد عمر الرف للغذاء بخفض معدل أكسدة الزيت الممتص. فمثلاً إضافة التوكوفيرول إلى زيت النخيل المستخدم فى تحمير الشرائطيات زاد عمر التحمير ٣٥٪ بينما زاد ثبات الشرائطيات noodles مرتين. وإضافة زيت طازج أثناء التحمير المستمر يحتفظ بمستوى مضاد الأكسدة فى الزيت.

ويضاف ثنائى ميثيل عديد السيلوكسان dimethyl polysiloxane (سيليكون) لزيوت التحمير ليمنع تكون الرغاوى الثابتة وهذه نتيجة غير مباشرة لتثبيط الأكسدة أى أن تَكَوُّن منتجات مشجعات الرغاوى المؤكسدة foam-promoting oxidation products فى زيوت التحمير قد تم قمعه. والسيليكون وجد أنه يمكن أن يحمى الزيت نظراً لتركيزه على السطح. وكفاءة السيليكون لاتتوقف على كميته حتى تقع تحت مستوى محدد لسطح الزيت-هواء والذى وجد أن كميته تتصل بالطبقة الوحيدة monolayer. وحيث أن الأكسدة تقع عادة على بيسطح الزيت-هواء فوجود الطبقة الوحيدة للسيليكون يمكن أن يعمل كحاجز للجو لمنع الأكسدة. والميكانيزم المبادل هو أن الطبقة الوحيدة للسيليكون تعطل تيارات الحمل على السطح والتى تؤثر على أكسدة الزيت المسخن.

والسيليكون المضاف فى زيت التحمير يلتقط ميكانيكياً بواسطة الغذاء المحمر والمستوى المستخدم هو على الأقل ٢ جزء فى المليون ويحتاج إليه بكميات صغيرة جداً بجانب أنه فى تركيزات عالية (١٠ جزء فى المليون) فإنه يشجع على تكوين الرغاوى.

وتعطيل أو منع تدهور زيت التحمير هو أحد أغراض مصانع الأغذية لأنه يحافظ على جودة الناتج كما أنه يجعل العملية أكثر إقتصادية ومن المستحسن ضبط درجة الحرارة ومعدل التحول الصحيح وإضافة زيت جيد وترشيح منتظم للزيت حتى تزيد من عمر التحمير فالزيت المضاف يجب أن يتوازن مع الزيت الممتص بواسطة الناتج المحمر.

وقد اقترح إضافة عوامل إمتزاز adsorbents إلى زيت التحمير قبل الترشيح لزيادة عمر التحمير بإزالة الأحماض الدهنية الحرة والمركبات القطبية والصابون وآثار بعض المعادن وخفض اللون. وقد

تم إختبار عدد من المركبات مثل تراب التبييض والكربون المنشط والألومينا وسيليكات المغنيسيوم والزيوليت إما كل على حدة أو بإرتباطات معينة. وهذ المواد لها مساحة سطح عالية جداً وإستخدام عوامل الإمتزاز هذه مرتبط غالباً بمساعد ترشيح يمكن أن يقلل الأحماض الدهنية الحرة واللون خلال الأطوار الأولى للتحمير ولكن بعد الإستخدام المطول فإن كفاءة عامل الإمتزاز تقل ويزداد معدل تكسر الزيت إذا قورن بالكنترول غير المعامل. وعوامل الإمتزاز المبنية على البرليت perlite الممتد والتى تحتوى كلاً من الماء وحمض الستريك اقترح إستخدامها لمقدرتها على إزالة منتجات السطح الصابونية وعلى إزالة الأحماض الدهنية الحرة والمركبات القطبية والمتبلمرة وبذا تزيد من عمر الزيت. ونتيجة إزالة الشوائب هى المحافظة على مقدرة إنتقال الحرارة فى دهن التحمير وبذا يقل إلى أقل حد ممكن إمتصاص الدهن فى مادة التفاعل.

وأحياناً فإنه يلزم التخلص من زيت تحمير حتى يمكن إزالة المتبقيات المتبلمرة من أجهزة التحمير وقد تستخدم كميات صغيرة فى تغذية الحيوانات ولكن يجب عمل ضبط جيد لضمان أن المركبات المتبلمرة لاتزيد عن مستوى معين.

(Macrae)

زيتون olive

الإسم العلمى	*Olea europea*
الفصيلة/العائلة: الزيتونية	Oleaceae

بعض أوصاف

هو شجرة دائمة الخضرة تبلغ ٣-١٢ متراً أو أكثر وتتفرع كثيراً والأوراق متماسكة جلدية رمحية لونها أخضر غامق من أعلا وفضية من أسفل والأزهار صغيرة بيضاء مزدوجة الهينة. والثمرة كروية مطاولة حسلة فى شكل الهلال. وغلاف الثمرة pericarp يتكون من قشرة الثمرة أو الجلد والغلاف الوسطى mesocarp أو لب الثمرة pulp والغلاف الداخلى أو البذرة stone pit والذى يحتوى "البذرة". والثمرة تبلغ أقصى وزنها ٦ - ٨ أشهر بعد النضج متأخراً فى الربيع وتمر فى ألوان مختلفة من لون القش straw إلى وردى أحمر وأخيراً أسود ارجوانى عند النضج الكامل وتزن ١,٣ - ١٣ جم. والبذرة تكون ١٣ - ٣٠٪ من وزن الثمرة والجلد ١,٥ - ٣,٥٪. والبذرة لاتزيد عن ٣٪ من الثمرة وعند النضج الكامل فإن اللب (الغلاف الوسطى) يحتوى ٦ - ١٠٪ مواد صلبة ذائبة و١٥ - ٤٠٪ أو أكثر زيتاً وغلاف الثمرة يحتوى ٩٦ - ٩٨٪ من كل الزيت بينما ٢ - ٤٪ من الزيت الباقية فى الحبة/البذرة kernel. والجليكوسيد المر اوليوروبيين oleuropein مركز بالقرب من القشرة.

تطور النمو والنضج

فى صنف جوردال gordal يزيد محتوى الزيت مع النضج ويرتفع السكر المختزل ثم ينزل حتى النضج ولايحدث تغيرات وصفية فى الكلورفيل والكاروتين فى صنفى هوجيبلانكا hojibalanca ومانزانيلو manzanillo أثناء النمو والنضج. والصبغات تختلف تبعاً لدرجة النضج فالأول يكون

الفيوفيتين pheophytin بينما في نهاية الموسم اللوتين lutein هو الموجود بكثـــرة. ويقـــل الـ β كـاروتين مـــن ١٣,٢ ميكروجـــرام إلى ١,٢٧ ميكروجرام/جم زيت. وتختلف كميات أحماض الكومــاريك coumaric والســيرنجيك cyringic والفلافونـول تبعاً لطور النضج. وأثناء النضـج فـإن حجـم نقيطـات الزيـــت يزيـــد، فـيزيد مـــايمكن إستخلاصه من الزيت من ٢٠٪ إلى ٩٠٪ عند النضج الكامل. والثمار الصغيرة تحتـوى نسبة عالية مـن الأوليوروبيـــين oleuropein والصغـــيرة مــــن الفرباسكوساييد verbascoside والفقـد المتـدرج فـي التماسـك firmness وفـي محتـوى حمـض الجـــــالاكتيورينيك غــــــير المـــــــائى anhydrogalacturonic فـي سلسـلة البكتـين يرتبط بزيادة نشـاط الإنزيمات ويظهر نشاط استراز البكتين pectin esterase خلال النضج وعديد الجالاكتيورينــــاز polygalacturinase أثنـــاء التخزيـن. كمـا تـزداد الإنزيمـات السـليوليتية ceilulytic أثناء النضج.

مكونات الثمرة

الرطوبة والزيت يكونان ٨٥ - ٩٠٪ من وزن اللب بينما الباقي يمثل مواداً عضوية ومعادن. والسكريات الأحاديـة هــي الجلوكـــوز والمـــانوز والزيلـــوز والجالاكتوز والأرابينوز. وفي بعض الأصناف يوجد منـها مـانيتول mannitol ورامنـــوز rhamnose. واللب غنى في البوتاسيوم كما يوجد كميات صغيرة من الأحمـاض العضويـة مثـل الستريك والمـاليك والأكساليك والمالونيك والفيوماريك والطرطريـك واللاكتيـك والخليـك وثلاثـي الكاربوكسيليك tricarballylic (١، ٢، ٣-بروبــــان ثلاثـــي الكاربوكسيليك 1,2,3-propane-tricarboxylic acid).

كمـا يوجـد بعـض المركبـات الفينولية كأحمـاض الكـافييك وحمـض الفيروليك. والمركب الأساسي من الارثو ثنائى الفينـولات orthodiphenolic هـو الاوليـو روبيين oleuropein وهـو المسئول عـن الطعـم المـر فـي الزيتـون غـير النـاضج. ومنتجـات أكسدة الأوليوروبيين والمركبات الفينولية الأخرى تعطى اللون الأسود للثمرة. والأنثوسيانينات خاصة جليكوســـــيدات glycosides الســــــيانيدين والبيونيدين مسئولة عن اللون الأرجواني والأسود في ثمار الزيتون النـاضج. وأعلا تركيز للأنثوسيانين كـان فـي قشرة الثمرة (٠,٥٥جم/كجم). ومخلـوط معقـد مـن الفلافونويـدات فـي الغـلاف الوسـطى. ومشـتقات مـن الليونيولـين luteolin والأبيجينـين apegenin في الغلاف الداخلي.

والجلد واللب والبذرة تحتوى أجزاء مختلفة من الدهـن والأحماض الدهنيـة والستيرولات وثلاثـي تربينات الكحولات triterpene alcohols وثنـائي الكحـولات والايدروكربونـات. والجلـد يحتـوى كميـات مختلفـة مـن الاريـثروديول erythrodiol وآثـار مـن اليوفـوال uvaol وحمـض الاوليـانويك oleanoic acid وآثـار مـن حمـض اليورسـوليك ursolic acid وألدهيدات الأوليانويك oleanoic aldehydes.

و ٤-ميثيل استيرول 4-methylsterols وكحولات ثلاثي التربين triterpene alcohols والفيتـول توجد في اللب وثلاثي التربين ثنـائي الكحـولات

triterpene dialcohols والكحول المستقيم المشبع linear saturated alcohol توجد في القشرة. وكحولات ثلاثي التربين توجد في اللب والاستيرولات في البذرة. وزيت الحبة يتميز بوجود استر الاوسترون oestrone ester (٨ ميكروجرام/ ١٠٠ مل زيت) ويوجد ٥٦ مركباً طياراً في الأوراق والأزهار والغلاف الخارجي والوسطي لصنفي لوكا lucca والميشين mission و ٢٩ مركباً بما فيها ٣-فينيل بيريدين 3-phenylpyridine وميثيل فينيل بيريدين والسيس جاسمون cis-jasmone توجد في هذه الأصناف وتركيزات أعلا من الهكسانال hexanal. وال ترانس-٢-هكسانال trans-2-hexanal وجدت في صنف اللوكا بينما الايدروكربونات طويلة السلسلة توجد في أزهار كلا من الصنفين.

الحصاد

تحصد باليد عندما تكون خضراء-صفراء في الخريف أو مبكراً في الشتاء. ولإستخراج الزيت تضرب الأفرع بعصاه طويلة بعد أن تتحول الثمرة إلى السواد. وفي اليونان وغيرها توضع شباك من البلاستيك تحت الشجر لجمع الثمار التي تسقط طبيعياً ولاتترك الثمار أكثر من ١٥ يوماً للحصول على زيت جيد وقد ترش لتشجيع السقوط.

التخزين

مثالياً يستخلص الزيت مباشرة بعد الحصاد ولكن هذا غير عملي فتخزن الثمار لفترة وتعمل عليها الإنزيمات الداخلة والناتجة من الفلورا الدقيقة التي على الثمار كما تتنفس الثمار مما يشجع التحلل الدهني وأكسدة الدهون ولذا لتقليل تأثير هذه التغيرات يخزن الزيتون في طبقات من ٢٥ سم في بنايات باردة ويمكن إستخدام صواني مخرمة لبسط ورص الزيتون فيوفر في المكان. ولكن أحسن تخزين يتم تحت الماء في تنكات تحتوي مواداً حافظة خفيفة مثل ٣٪ ملح أو ٠,٠٣٪ حمض سيتريك + ٣٪ ملح أو ٢٪ ميتا ثنائي الكبريتيت. والتخزين الهوائي مع تركيز منخفض من حمض الخليك يعطي لوناً وقواماً ثابتين حتى بعد ٣ أشهر. ويمكن التخزين في ٥٠٪ إيثانول. والتخزين الهوائي مع المحافظة على تركيز ك أ٫ من ١٠ - ١٥ مجم/١٠٠مل خلال التخزين يمنع الإنكماش. ويمكن زيادة مدة عمل معاصر الزيت بالتخزين التجميدي على -١٨°م لمدة ٩٠ يوماً وهذا يساعد أيضاً على زيادة إستخلاص الزيت.

المعاملة والإستخدام

يستخلص الزيت تقليديا بأجهزة بسيطة تشمل السحق والضغط وفصل الزيت من السائل ولكن يحل محلها الآن أجهزة ميكانيكية حديثة.

والزيت المستخرج من ثمار صحيحة بالضغط وبدون معاملة يسمى زيت زيتون بكر ولكن بعد الضغط الأول فإن اللب يكون لايزال غنيا في الزيت وعادة يعاد سحقه وضغطه مع أو بدون إضافة ماء ساخن. والزيت المتحصل عليه من الضغط الثاني يميل إلى أن يكون له لون كثيف intense coior ومحتوى حمضي أعلا وعبير أقل. وهذا الزيت الآخر مع الزيت البكر الفقير يعرض لمعاملات تكرير مثل

التعادل وإزالة الرائحة والتبييض والتشتية فتزال الحموضة واللون والرائحة والزيت الناتج يسمى زيت زيتون مكرر وهو يستخدم للخلط مع الإستخلاص الأول لإنتاج درجات مأكلة. وكعكة الضغط الباقية تحتوى على ٤ – ٥٪ زيت. ولكن أكثر من ٥٠٪ من الزيت الكلى فى الكعكة يمكن أن يحصل عليه فى خطوة واحدة بالإستخلاص المباشر فى طارد مركزى مستمر بعد إضافة ص٫ ك أ٫ بنسبة ١٪ بالوزن (من الكعكة) وبعد ذلك فإنه من الضرورى التجفيف وإزالة الزيت من الكعكة للثبات ضد الأكسدة الذاتية. وتستخلص الكعكة المجففة بالهكسان والزيت الناتج ويسمى " زيت كبريت" يكرر عدة مرات rectified. والإستخلاص بالهكسان ينتج عنه زيت عالى الحموضة والرطوبة ولكن به نسبة شوائب أقل.

وقد تم تقسيم زيت الزيتون بواسطة مؤتمر الأمم المتحدة المنعقد فى جنيف ١٩٦١ إلى أربعة أقسام تبعاً لطريقة التحضير ومحتوى الحموضة:

١ – زيت زيتون بكر virgin olive oil: الزيت يستخرج بالضغط خالٍ من أى مزاج admixture يسمى "اكسترا extra" عندما لاتزيد نسبة حمض الأولييك عن ١ جم/١٠٠ جم. ويسمى "دقيق fine" إذا لم تزد نسبة الحموضة عن ١٫٥ جم/١٠٠ جم وكانت النكهة ممتازة. ويسمى "عادى ordinary" حيث يمكن أن يحتوى الزيت حتى على ٣٫٠ جم/١٠٠ جم وله نكهة غريبة off flavour بسيطة slight وإذا احتوى الزيت على نكهة غريبة واضحة definite يقسم إلى "لامبانتى lampante".

٢– زيت زيتون مكرر refined olive oil: وهذا الزيت قد يسمى " نقيا pure" عندما يكرر من زيت بكر ويسمى "جودة ثانية second quality" عندما يكرر من زيت مستخلص بالمذيب.

٣– زيت زيتون مخلوط blended olive oil: الزيت المخلوط يمكن أن يسمى "نقياً pure" عندما يتكون من خليط من زيت بكر وزيت مكرر و "مخلوط blended"عندما يحتوى المخلوط على زيت بكر وزيت مكرر درجة ثانية.

٤– زيت صناعى industrial oil: وهذه زيوت يحصل عليها بالإستخلاص بالمذيب لبقايا الزيتون.

تخزين وتعبئة الزيت

من المهم تخزين الزيت المستخلص من أصناف مختلفة منفصلاً. واسطوانات التخزين وتنكاته يجب أن تكون من مواد خاملة غير منفذة للزيت أو تكون مبطنة براتنجات أيبوكسى epoxy أو قرميد مطلى enameled tiles أو زجاج ويخزن الزيت على درجة حرارة ثابتة حوالى ١٥ °م.

وهو يعبأ فى أوعية عديدة للتجزئة منها زجاجات الزجاج وعديد فينيل الكلوريد polyvinyl chloride وعديد الإيثيلين أو علب صفيح مقصدرة وفى التترابريكس tetra bricks. وكل هذه الأوعية تحمى الزيت من الضوء وتترك أقل مايمكن كحيز علوى ويمكن تعبئته تحت فراغ أو غاز خامل.

❖ زيتون المائدة table olives

هناك طرق عديدة لإنتاج زيتون المائدة:

• **زيتون متخمر أخضر (الطريقة الأسبانية) green fermented olives**: تقطف الثمار وهي لازالت متماسكة ولونها أخضر ضعيف وتحفظ في حاويات كبيرة مع ١,٨٪ محلول قاعدى على ٢٨°م لمدة ٤ – ٨ ساعات ثم تغسل عدة مرات بالماء لمدة ٢٤ – ٣٦ ساعة. ثم تغطى الثمار المغسولة بالمأج في تنكات تخمر وهذا يغير لون الزيتون من أخضر غامق إلى أخضر زيتونى وعندما يتم النضج فإنه يحتوى على ٦ – ٨ ٪ ص كل. وهنا قد تضاف التوابل إلى الزيتون المتخمر وتقفل الأوعية لمنع نمو خمائر السطح والفطر.

ويجرى تدريج الزيت المختمر تبعاً للشكل والحجم واللون. وقد تزال منها البذرة وتحشى بالبيمنتو/الفلفل الحلو أو البصل أو اللوز أو الأنشوجة أو بمنتجات أخرى ويرشح المأج المتخمر (أو يحل محله مأج طازج) لتغطية الزيتون في الزجاجات أو العلب للبسترة. ومن أهم الأحياء المسببة للفساد "زاباتيرا zapatera" وهي تنتج حمض البيوتريك.

• **زيتون ناضج معلب canned ripe olives (أمريكى)**: زيتون في لون القش الأصفر إلى أحمر كريز يدرج تبعاً للون والحجم لضمان نفاذ القلوى وتوضع في ٥,٨٪ مأج لمدة ٦ أسابيع أو أطول في تنكات خشب أو مسلح concrete ويرفع تركيز المأج تدريجياً إلى ١٠٪. ثم تنقل الثمار إلى أوعية ضحلة وتعامل ٤–٨ مرات بقلوى ينزل تدريجياً في القوة (٣,٠ – ٠,٥ ص أ يد) وكل معاملة يتبعها تعريض للضوء لمدة ١ – ٥ أيام إما بالتقليب في وجود الهواء أو بإمرار فقاعات هواء في الثمار المغمورة. ثم تنض الثمار بتغيير الماء لمدة ٥ – ٧ أيام حتى تزول جميع آثار ص أ يد. والزيتون المغسول يبستر ويعالج في ٢ – ٣٪ ص كل لمدة ٢ – ٦ أيام ويدرج ويعبأ في علب مورنشة ويغطى بـ ٢,٥ – ٣,٥٪ ص كل ويقفل ويعقم على ١١٦°م لمدة ساعة. وكثيراً ماتزال البذرة ويحشى.

• **زيتون أسود (ناضج طبيعياً) الطريقة اليونانى**: يستخدم زيتون أسود ناضج طبيعياً وناضج وثماره أرجوانية غامقة من أصناف الكالاماتا calamata وكونسيرفوليا conservolea والماجاريتسى magaritici وتغطى الثمار بالمأج ويزاد التركيز تدريجياً لمنع الإنكماش ودرجة تركيز المحلول ١٠٪ ص كل أثناء الشتاء وتزاد إلى ١٥ – ١٦٪ أثناء الصيف لمنع الفساد وتفقد المرارة خلال ٣ – ٦ أشهر. ولاتزيد نسبة حمض اللاكتيك الناتج أثناء التخمر عن ٠,٥٪. والأنثوسيانين الارجوانى الغامق يتحول إلى أحمر خفيف أثناء التخمر. والزيتون أثناء تحضيره للتسويق يعرض للهواء حتى يكتسب اللون الغامق مرة أخرى ويخزن ويعبأ في مأج طازج يحتوى ٨٪ ص كل ، ٠,٥ – ٠,٧٥ ٪ حمض خليك. وكائنات الفساد هى "زاباتيرا" وجالازوما galazoma" وكائنات بكتوليتية مكونة لفيلم والتى تهتك"لحمية" الثمار وهذه الأخيرة يمكن مقاومتها بواسطة طبقة رفيعة من زيت البارافين على سطح المأج.

❖ إستخدام النواتج الثانوية

• **كعكة/جريش الزيتون:** يمكن إستخدام كعكة الضغط كوقود أو سماد أو علف حيوان أو تضاف للأرض وكأليـاف (سليولوز ولجنين) كغذاء، أو في إنتاج البروتين ذى الخلية الوحيدة single cell protein ويمكن إستعادة أحماض عضوية ذات وزن جزيئى منخفض وأحماض دهنية من الغازات الناتجة أثناء تجفيف الكعكة. *Pleurotus eryngii* يمكن تنميتها على وسط يحتوى قشور الزيتون.

• **بذر الزيتون:** تجد إستخداماً في اللدائن وإنتاج الفيرفيورال furfural والكربون المنشط الناتج منها له مقدرة إمتزاز عالية ضد الرصاص.

• **ماء خضرة الزيتون olive vegetation water:** ومنه يحصل على التوكوفيرولات ومركبات النهكة ومضادات الأكسدة والأنثوسيانين.

الأهمية الغذائية والصحية

يستخدم الزيت في أغراض الطبخ وفي تمشيط الصوف وفي إنتاج مستحضرات التجميل وفي صناعة الأدوية.
وهو بجانب سرعة وكمال هضمه فإن له أهمية أنه ضد القرح. ويعمل في مقاومة مرض سريرية المرارة gall bladder disease وفي خفض مستوى كوليسترول البلازما وأحماض الأوميجا-٦- عديدة عدم التشبع omega-6-polyunsaturated قد تزيد من ألم إلتهاب المفاصل المساعد.
(Macrae)

الأسماء: بالفرنسية olive، وبالألمانية Olive، وبالإيطالية oliva ، aliva، وبالأسبانية olivo ، oliva ، aceitana.
(Stobart)

زيتون برى/أتم
oleaster/wild olive

الاسم العلمى *Olea oleaster*

له أفرع وأشواك.

(Everett)


دار الجامعين
لطباعة الأوفست والتجليد
تليفون : ٤٨٦٢٠٠٤